14

RENOUVELLEMENS PÉRIODIQUES DES CONTINENS TERRESTRES.

Cet Ouvrage se trouve chez les Libraires suivans :

BASLE, J. DECKER.
BERLIN, METTRA.
BORDEAUX, AUDIBERT et BURKEL
BRESLAW, G. TH. KORN.
FLORENCE, MOLINI.
FRANCFORT sur le Meyn, J. PH. STRENCK.
GENÈVE, PASCHOUD, MANGET.
HAMBOURG, P. F. FAUCHE et Cie.
LAUSANE, L. LUQUIENS aîné.
LUCERNE, BALTAZAR, MEYER et Cie.
LYON, TOURNACHON MOLIN.
ORLÉANS, BERTHEVIN.
PERPIGNAN, ALZINE.
STOCKOLM, G. SYLVERSTOLPE.
STRASBOURG, LEVRAULT.

RENOUVELLEMENS PÉRIODIQUES DES CONTINENS TERRESTRES;

Par Louis BERTRAND, Professeur émérite de l'Académie de Genève, et membre de celle des Sciences et Belles-Lettres de Berlin.

PARIS,

Chez
Charles Pougens, imprimeur-libraire, quai Voltaire, N.° 10.
Hocquart, libraire, rue de la Harpe, N.° 239.
Duprat, libraire, quai des Augustins.

AN VIII.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

INTRODUCTION.

QUAND on considère le ciel dans une belle nuit, on le voit semé avec profusion de corps brillans, et traversé par la voie lactée, ici double, là simple, et plus ou moins large dans les diverses parties de sa circonférence. C'est un spectacle magnifique par l'éclat qui l'environne et par son immensité; mais les yeux n'y aperçoivent aucune régularité. Il étoit réservé à Newton de découvrir les lois qui président à ce tout merveilleux: ces lois sont celles du mouvement et de la gravitation universelle; elles supposent un Ordonna-

teur suprême qui divisa toute la matière en masses plus ou moins grandes, opaques ou lumineuses; leur assigna leurs places dans l'espace, et leur imprima les mouvemens propres à maintenir entre elles une harmonie toujours variée et toujours durable.

Ce qui est vrai du ciel, ne seroit-il point vrai de la terre? Ces monts aériens qui élèvent jusqu'aux nuages leurs cimes couvertes de neiges, ces roches escarpées dont les flancs sont à découvert, ces montagnes couronnées de forêts, ces sommités revêtues de pâturages qui s'abaissent jusques à la hauteur des côteaux, et ceux-ci jusques aux plaines; tout cet entassement irrégulier de formes irrégulières, ne seroit-il point l'effet d'une cause ordonna-

trice ; capable d'entretenir et de ramener sur la terre la végétation et la vie pendant la durée des siècles ?

C'est ce que je me propose d'établir dans cet ouvrage. Il est destiné à ceux qui se plaisent à remonter des effets à leurs causes : ils y verront passer en revue une multitude de faits, consignés pour la plupart dans les Voyages sur les Alpes du célèbre Saussure ; ces faits de tout genre et de toute espèce, quelquefois même étrangers en apparence les uns aux autres, seront néanmoins présentés sous des points de vue si propres à faire apercevoir leur dépendance d'une commune cause, que, comme des médailles frappées à des coins divers d'un même coup de balancier, ils trou-

veront dans cette cause la raison de leurs attributions communes et celle de leurs caractères distinctifs.

RENOUVELLEMENS PÉRIODIQUES DES CONTINENS TERRESTRES.

SECTION PREMIÈRE.

Des couches qui enveloppent la terre. Différence de leur situation en plaine et sur les montagnes. Cavernes et lacs souterrains ; comment ces cavernes et ces lacs peuvent occasionner des tremblemens de terre.

Il n'est point de phénomène plus constant dans ses formes générales, et plus varié dans ses formes particulières, que celui qu'offrent les excavations faites en terre, à quelque profondeur qu'elles soient poussées. Partout où le terrain qu'on remue n'est pas un monceau de décombres ou un entassement de débris volcaniques, on le trouve disposé par couches de matières différentes, qui

s'étendent plus ou moins en tous sens; sont horizontales sur les plaines, et diversement inclinées à l'horizon sur le penchant des côteaux et sur les pentes rapides des hautes montagnes. Mais ce n'est point en perçant les rochers qui forment ces hauteurs, qu'on a pu découvrir leur gisement et la disposition de leurs couches ; c'est en les considérant de côté, en marchant sur leurs sommités, en les prenant en un mot dans tous les sens et par toutes les ouvertures qui donnent accès à leur intérieur. Le célèbre Saussure s'est distingué dans cette partie; il a su juger par les faces et les coupures des montagnes, de leur construction, de leurs couches et des matériaux qui les composent. Je distinguerai donc les fouilles effectives de la plaine, des fouilles observatives des montagnes. Cette section sera uniquement destinée aux premières; deux ou trois exemples suffiront pour les faire connoître.

I. En fouillant la terre à Amsterdam jusqu'à deux cent trente-deux pieds de profondeur pour faire un puits, on trouva les dix couches ou assises suivantes : sept pieds de terre végétale, neuf pieds de tourbe, neuf

pieds de glaise molle, huit de sable, quatre de terre, dix d'argile, quatre de terre, dix du sable sur lequel s'affermissent les pilotis qui soutiennent les maisons d'Amsterdam, deux pieds d'argile, quatre de sablon blanc, cinq de terre sèche, un de terre incohérente, quatorze de sable, trois d'argile sablonneuse, cinq de sable argileux, quatre de sable contenant des coquilles de mer, cent deux d'argile, et enfin trente-un pieds de sablon, au-delà desquels on cessa de creuser.

II. En creusant la terre près de Modène en Italie, on trouva d'abord quatorze pieds de décombres, tels qu'il peut s'en entasser par laps de tems sur le sol d'une ville. Vient ensuite une terre qu'on prendroit, à sa solidité, pour une terre vierge; mais bientôt après elle devient noire et marécageuse, pleine de roseaux et d'autres végétaux; en sorte que par une profondeur nouvelle de quatorze pieds, c'est une alternative de terre blanche et noire, farcie presque partout de feuilles et de rameaux d'arbres de plusieurs espèces. Au terme de ces quatorze pieds, c'est-à-dire, à vingt-huit pieds de profondeur, on rencontre une couche

de craie de onze pieds d'épaisseur, fourrée d'un grand nombre de coquillages. Plus bas, c'est un nouveau lit de deux pieds de terre marécageuse, contenant, comme le lit supérieur de son espèce, des dépouilles de végétaux ligneux et herbacés. Après ces deux pieds, vient un second lit de craie à-peu-près de l'épaisseur de celui par lequel on est déjà passé. Sous ce banc, on trouve une couche de terre marécageuse semblable à celles qu'on avoit traversées auparavant. S'offre ensuite un second banc de craie semblable aux précédens; il repose sur un quatrième lit de terre de marais, après lequel on entre dans une couche de sable mêlé de gravier, contenant des coquilles de mer. Lorsqu'on perce cette dernière couche à cinq pieds de profondeur, l'eau s'élève par le trou qu'a fait la tarière, avec une telle violence, que presque en un instant le puits se remplit à plusieurs pieds de hauteur.

III. On peut voir, dans le premier volume de l'Histoire naturelle de Buffon, les différentes couches qu'a traversées une fouille de cent un pieds de profondeur faite à Marly-la-Ville. Ces couches sont des terres de plusieurs espèces, des marnes de différens

degrés de dureté, des marbres et des sables de diverses sortes. Six d'entre elles sont semées de coquillages de mer non pétrifiés; et toutes, dans l'ensemble qui en résulte, sont rangées sans égard aux différens degrés de leurs pesanteurs spécifiques, c'est-à-dire que les plus pesantes ne sont pas les plus enfoncées : et il en est de même des fouilles qui ont été faites ailleurs ; le poids des matières contenues dans les couches qu'elles ont mises à découvert, ne s'est point trouvé proportionnel au degré d'enfoncement de ces couches.

Ces trois exemples d'enveloppes terrestres, dépliées les unes sur les autres, donnent une idée de ce que peuvent être les enveloppes qui recouvrent les autres parties du globe dans les différens points de sa surface, c'est-à-dire qu'on peut se figurer les variétés de tout genre qui distinguent le système d'enveloppes qui repose sur un lieu, du système qui repose sur un autre lieu; mais on a peu de données sur le plus ou le moins d'étendue que ces systèmes occupent. Il y a apparence que chacun d'eux souffre de son centre à sa circonférence, des altérations dans l'épaisseur et dans la nature

même de ses couches. Quelques-uns paroissent s'étendre fort loin sans éprouver de changemens sensibles : tel est celui qui, sur une distance de cinq lieues, couvre les plaines depuis Modène jusqu'à Bologne ; car les naturalistes ne faisant aucune distinction entre les fouilles qui donnent des puits autour de la première de ces villes, et celles qui en donnent autour de la seconde ; ne faisant même aucune mention de quelque différence observée entre les fouilles qui ont donné des puits dans l'intervalle de l'une à l'autre ; il y a toute apparence que les mêmes couches s'étendent sans interruption sur la totalité de cet intervalle.

La violence avec laquelle l'eau monte dans les puits de Modène et de Bologne, quand la tarière a fait son trou, démontre l'existence d'un lac souterrain sur lequel des eaux supérieures pressent à raison de leur hauteur. Ce n'est pas le seul phénomène de ce genre ; il y a, en Artois, des endroits d'où l'eau jaillit avec impétuosité dès qu'on a percé la terre à une certaine profondeur. D'où il paroît qu'indépendamment des couches solides renfermées dans la terre, elle recèle dans son sein des cavités

pleines d'eau. Elle présente aussi, sur-tout au bord de la mer et dans les montagnes, des cavernes plus ou moins spacieuses qui ne contiennent que de l'air. C'est même sur l'existence de ces deux genres de cavités qu'on a fondé la meilleure théorie des tremblemens de terre; car il est aisé de comprendre, que si des matières combustibles viennent à s'allumer dans des espaces bien aérés, et que le feu soit à portée de convertir en vapeurs de très-grands volumes d'eau; ces vapeurs, par leur élasticité, ébranleront, soulèveront même les masses qui s'opposent à leur éruption, et feront éprouver aux régions supérieures des secousses réitérées d'une violence proportionnée aux efforts qu'elles font pour se dégager.

SECTION II.

Des débris d'animaux de tout genre et de toute espèce qui se trouvent dans les couches terrestres, sur les îles et sur les continens.

On a vu dans la section précédente, des coquillages et quelques végétaux renfermés dans des couches terrestres. Qu'on se figure à présent tous les végétaux qui croissent sur le globe terraquée, et tous les animaux qui vivent dans l'air, dans l'eau et sur la terre; il n'en est aucun, à moins que son corps ne soit sans consistance, dont on ne trouve la dépouille quelque part en fouillant la terre. Les coquillages, comme les plus solides de tous, sont les plus communs. Les autres corps organisés abondent de même, à raison de la résistance qu'ils opposent à la séparation de leurs parties.

Ces débris du règne animal et du règne végétal s'offrent sous deux formes différentes : les uns en nature et tels que lorsqu'ils entroient dans la composition d'une plante

ou d'un animal vivant : si on les brûle, ils se consument comme ils auroient fait au moment où ils cessèrent de participer à la vie ; ils répandent la même odeur et laissent le même résidu. Les autres sont pétrifiés, c'est-à-dire qu'un suc pierreux a tellement pénétré leur substance, qu'ils sont devenus de véritables pierres, dans lesquelles, cependant, un habile observateur pourroit distinguer la texture originairement fibreuse de la plante ou de l'animal pétrifié. On trouve aussi, mais rarement, ces dépouilles d'êtres vivans métallisées, c'est-à-dire, imprégnées d'une substance métallique, qui fait alors les fonctions que faisoit tout-à-l'heure le suc pierreux.

Aux pétrifications proprement dites, il faut ajouter les empreintes de plantes et d'animaux qui se trouvent fréquemment sur des ardoises et sur des feuillets de pierres calcaires : là c'est le squelette d'un poisson avec toutes ses arêtes ; ici c'est un rameau d'arbre avec ses feuilles et ses fruits ; ailleurs c'est un coquillage avec ses stries, ses volutes et ses protubérances ; par-tout c'est l'image du corps qui reposa sur cette pâte jadis molle, et y imprima ses traits dans

leurs justes proportions. Le tems durcit ensuite cette pâte et la convertit en pierre ; la pierre conserve les impressions qu'elle reçut dans son état de mollesse.

Il restoit encore à la nature une manière de transmettre aux tems à venir la mémoire des existences passées ; c'étoit que les coquillages empreints sur les marbres et sur les ardoises servissent de moule à des substances pierreuses ; que le moule se détruisît, et que la substance moulée se fit voir dégagée de l'enveloppe qui lui avoit donné sa forme. Les productions de ce genre ne sont pas rares ; on les nomme *idiomorphites*, de deux mots grecs relatifs à ce que les coquillages qui les moulèrent ayant disparu, elles semblent n'avoir emprunté leur forme que d'elles-mêmes.

Enfin, on trouve dans la terre, des coraux, des madrépores, des alcyons et d'autres pierres encore, qui ne sont autre chose que les ouvrages d'insectes marins, comme les gâteaux de cire sont l'ouvrage des abeilles.

Et ce n'est pas en quelques lieux seulement qu'on rencontre ces débris de toute espèce d'organisation végétale et animale ; par-tout, sur les continens et dans les îles,

on en découvre tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On s'étonna d'abord, qu'à son retour en Europe, la Condamine dit n'avoir vu au Pérou ni coquillages fossiles, ni coquillages pétrifiés : mais sans parler de ce que la forme conique tronquée des Cordillières du Pérou décèle que la plupart de ces montagnes ont été des volcans, que par conséquent leurs éruptions ont pu ensevelir les coquillages qui se trouvoient à leur entour, on sait que les opérations des académiciens de Paris les tinrent presque toujours au-dessus de la vallée de Quito, elevée elle-même de 1600 toises au-dessus du niveau de la mer, et que, sur des régions si hautes, il n'y a guères que des montagnes primitives ou des roches calcaires d'une telle dureté, qu'elles ne renferment pas plus de coquillages dans l'ancien que dans le nouveau monde : cependant Antonio Ulloa, plus attentif ou plus heureux que la Condamine, y trouva des coquillages à une hauteur de 14,220 pieds. Quant à l'Amérique septentrionale, rien de plus avéré que les montagnes, aussi bien que les plaines, y recèlent une quantité de coquillages fossiles et pétrifiés ; on peut citer,

entre autres, le comté de Bottestour en Virginie, comme contenant une étendue de quarante mille acres entièrement couverte de coquilles d'huîtres et de pétoncles: Par rapport aux îles de ce continent, elles abondent tellement en coquillages, qu'on ne seroit embarrassé que du choix entre les récits qu'en font les voyageurs. Et ce n'est pas seulement de coquilles que ces récits font mention, c'est en général de débris de toute espèce, tant du règne animal que du règne végétal; en sorte que ce seroit se refuser aux témoignages les plus multipliés et les plus dignes de foi, que de douter aujourd'hui que l'ancien et le nouveau monde, aussi bien que les îles qui en dépendent, recèlent dans leur sein des restes de végétaux et d'animaux terrestres et marins, en nature ou pétrifiés.

Pour se faire une idée de l'énorme quantité de ces débris, il faut joindre à l'immensité des pays où ils sont disséminés, la considération des hauteurs et des profondeurs jusques auxquelles on en a trouvé. Saussure parle d'amas de coquilles pétrifiées sur le Véron, montagne qui domine la grotte de Balme, et s'élève de 1172 toises

au-dessus du niveau de la mer ; les fréres Deluc en ont trouvé, sur la cime du Grenairon, à 1300 toises d'élévation ; et Ray assure qu'il y a, dans le comté de Pembroke, des rochers où l'on en a découvert à cent, deux cent et jusqu'à mille pieds de profondeur. Ajoutez à cela que par-tout où il s'en trouve, elles paroissent inépuisables : on en a trouvé et l'on en trouve encore à la perte du Rhône ; on en voit au-dessus de Bonvillars, prés du lac de Neufchâtel, dans des prairies, où les enfans vont tous les jours en chercher pour s'en faire des jouets ; il y en a des amas beaucoup plus considérables à Montmartre, aux environs de Montpellier, à Maestricht, etc. Mais de tous ces amas, le plus étonnant, sans doute, est celui que Vild a découvert dans le gouvernement d'Aigle, lequel surpasse, nous dit-il, tous ceux connus en Europe, tant par sa grandeur que par l'élévation des lieux où il repose, et sa proximité des montagnes de granit. Cependant, comme il n'en articule pas les dimensions, nous sommes obligés, pour donner une idée exacte de la prodigieuse étendue de ces amas, de nous en tenir à celui qui est fameux sous le nom

de *Fallun de Touraine.* Il est à trente-six lieues des côtes de la mer, couvert d'une couche de terre de neuf pieds d'épaisseur, depuis laquelle il s'enfonce au moins jusqu'à vingt pieds plus bas, et s'étend sur une surface de neuf lieues carrées ; en sorte qu'en réduisant son épaisseur de vingt pieds à dix-huit, et en ne faisant la lieue que de 2200 toises, son volume est de 261,360,000 toises cubes. Quel étonnant ouvrage des siècles ! quelle profusion, qui ne peut se comparer qu'à celle des sables de la mer!

L'étonnement redouble, lorsque comparant ces débris de plantes et d'animaux marins et terrestres avec les espèces propres aux climats et aux lieux où on les déterre, on voit qu'il y en a presque autant d'étrangers que de naturels à ces lieux et à ces climats. On connoît les dents fossiles d'éléphans qui se trouvent en Sibérie ; on y a trouvé jusqu'à la peau d'un rhinocéros, si bien conservée, que les poils y tiennent encore. On a trouvé en Italie, en France et en Espagne, des hippopotames ; en Allemagne, des crocodiles ; en Irlande, des cornes d'une espèce de daim qu'on croit américaine ; et il en est de même des

poissons : les arêtes et les dents de ceux des mers de la Chine et du Brésil se trouvent pétrifiées dans les montagnes de la Suisse. Les plantes sont dans le même cas ; l'arbre Triste, qui est d'origine indienne, est venu se pétrifier à St.-Chaumont près de Lyon. Les fougères des autres parties du monde sont le végétal étranger dont les restes se trouvent le plus communément en Europe.

Bien plus encore : on trouve fréquemment des dépouilles d'animaux dont on ignore le lieu natal, puisque nulle part on n'en rencontre de leur espèce qui soient en vie. Tel est le coquillage connu sous le nom de corne d'ammon ; l'on en déterre de toute grandeur, depuis une ligne jusqu'à cinq pieds de diamètre ; mais les plus grands n'existent plus ou vivent dans la vase inaccessible des mers les plus profondes. Le palmier marin, qui n'est pas une plante, comme son nom semble l'indiquer, mais un animal de l'espèce la plus relevée des polypes, le palmier-marin ne se trouve plus vivant sur aucun rivage ni dans aucune mer. Ces cornes, d'une grandeur démesurée, que fournit l'Irlande, et dont nous parlions tout-à-

l'heure comme appartenant à un daim d'espèce américaine, paroissent aussi à d'habiles naturalistes ne convenir à aucun quadrupède actuellement vivant sur la terre. Le nom de monmouth a été donné à un animal inconnu qui devoit être plus gros qu'un éléphant, et dont les os se trouvent en terre, soit en Asie, soit en Amérique, sous les latitudes nord au-dessus de trente-six degrés. On pourroit multiplier les exemples de ce genre; mais ceux-là suffisent pour démontrer qu'il existe dans les couches terrestres, des restes d'animaux dont on peut croire que les espèces sont détruites.

Je demande à présent si, connoissant tous ces faits, l'on peut s'étonner que Plutarque, dans son troisième livre des Opinions des philosophes, mette dans la bouche de Métrodore ces paroles : « Les terres ne sont autre chose que la lie et le sédiment des eaux de la mer »; et si l'on n'a pas quelque sujet de croire avec Pythagore, que les mers ont laissé à sec des continens qu'elles avoient inondés, et en ont submergé d'autres qui s'élevoient jadis au-dessus d'elles?

SECTION III.

Réfutation de diverses objections proposées contre la véritable origine des coquillages fossiles et pétrifiés.

LORSQU'UNE opinion a été victorieusement combattue, l'attaquer de nouveau paroît superflu. Cependant, si les défenseurs de cette opinion ne se tiennent point encore pour complétement battus, et allèguent, je ne dis pas des preuves en leur faveur, mais des raisons de douter de leur entière défaite, il faut bien dissiper ces doutes, et faire naître, s'il est possible, une lumière parfaitement pure.

En 1746, on imprima à Paris une lettre où l'on prétendoit que les coquilles pétrifiées qu'on trouve en Europe, y ont subi cette métamorphose après y avoir été apportées par des pélerins venus de Syrie. L'auteur, qui est le même que celui des *Questions sur l'Encyclopédie*, soutient encore, à l'article *Coquille* de cet ouvrage, que l'idée énoncée dans la lettre n'est point romanesque;

et que les *Romipètes*, comme il les appelle, ont fort bien pu porter leurs coquilles de Syrie en France, en Allemagne et en Italie. Il faut convenir que cela est possible, plus même que possible, car c'est un fait. Mais il ne suffit pas que des pélerins apportent en Europe des coquilles, et qu'elles y demeurent en nature ou pétrifiées, pour avoir prouvé que celles qui s'y trouvent sous l'une ou l'autre de ces formes, y ont été apportées par des pélerins. Long-tems avant qu'il en vînt de Syrie en Europe, on y trouvoit des coquilles, comme on en trouve aujourd'hui ; par conséquent les pélerins ne rendent point raison des coquilles pétrifiées ou fossiles qui se trouvent dans cette partie du monde.

Ce ne sont pas eux en particulier qui nous ont apporté les cornes d'ammon, qui ne se rencontrent vivantes sur aucun rivage, et dont quelques-unes ont jusquà cinq pieds de diamètre. Ce ne sont pas eux non plus qui nous ont apporté les coquillages qu'on trouve à cent, deux cents, et jusqu'à mille pieds de profondeur dans des couches terrestres et des bancs de marbre. Ce ne sont pas eux qui ont été loger des coquilles sur

des montagnes inaccessibles où elles seroient ignorées, si l'on n'en découvroit dans les rochers qui tombent de leurs sommités. D'ailleurs, il faudroit que d'autres troupes de pélerins eussent fourni l'intérieur de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique, et des îles, de celles qui s'y rencontrent. Aussi, l'auteur des *Questions sur l'Encyclopédie*, ébranlé, sinon persuadé par ces réflexions ou d'autres semblables, se replie-t-il sur ceux qui ont imaginé que les coquillages fossiles et pétrifiés ne sont que des jeux de la nature.

« Je ne nie pas, dit-il, qu'on ne ren-
» contre à cent milles de la mer quelques
» huîtres pétrifiées, des conques, des uni-
» valves, des productions qui ressemblent
» parfaitement aux productions marines ;
» mais est-on bien sûr que le sol de la terre
» ne peut enfanter ces fossiles ? La for-
» mation des agates arborisées ou herbo-
» risées, ne doit-elle pas nous faire sus-
» pendre notre jugement ? Un arbre n'a
» point produit l'agate qui représente par-
» faitement un arbre ; la mer peut aussi
» n'avoir point produit ces coquilles fossiles

» qui ressemblent à des habitations de petits
» animaux marins ».

Pour préparer la solution de cette difficulté, je transcrirai de l'Encyclopédie même ce qu'elle porte, à l'article *Agate*, de relatif aux dessins en miniature que présentent ces sortes de pierres.

« Il semble quelquefois qu'on y voit des
» gazons, des ruisseaux et des paysages,
» souvent même des animaux et des figures
» d'hommes ; et pour peu que l'imagination
» y contribue, on y aperçoit des tableaux
» en entier : telle étoit la fameuse agate de
» Pyrrhus, roi d'Albanie, sur laquelle on
» prétendoit voir, au rapport de Pline,
» Apollon avec sa lyre, et les neuf Muses
» chacune avec ses attributs : telle étoit
» encore celle de Boëce Boot, qui n'étoit
» que de la grandeur de l'ongle, et où l'on
» voyoit un évêque avec sa mître ; mais en
» la retournant un peu, le tableau changeoit,
» et représentoit un homme avec une tête
» de femme. On pourroit citer quantité
» d'autres exemples, ou plutôt, il n'y a
» qu'à entendre la plupart des gens qui
» jettent les yeux sur certaines agates ; ils
» y distinguent quantité de choses que les

» autres ne peuvent pas même entrevoir.
» C'est pousser le merveilleux trop loin ;
» les jeux de la nature n'ont jamais produit
» sur les agates que quelques traits toujours
» trop imparfaits, même pour faire une
» esquisse ».

Puis donc qu'il y a des différences si marquées entre les peintures des agates et les objets qu'elles représentent, tandis qu'il y a une ressemblance si parfaite entre la figure des coquilles pétrifiées et la figure des coquilles que la mer roule sur ses bords, nous ne pouvons nous rendre à l'invitation de suspendre notre jugement, et de dire, avec celui qui la propose, que l'agate peinte n'étant qu'un jeu de la nature, la coquille pétrifiée peut bien aussi n'être qu'un jeu de la nature. Nous disons, au contraire, que les agates sont des combinaisons fortuites, parce qu'elles ressemblent très-imparfaitement aux objets qu'elles représentent; mais que les coquilles pétrifiées sont de véritables coquilles, parce qu'elles ont avec celles-ci tous les rapports de forme et de grandeur qui caractérisent une parfaite ressemblance. Ainsi, notre jugement se décide à voir, d'un côté, un jeu de la nature,

et de l'autre une de ses productions régulières qui a subi une métamorphose.

Douter quand les raisons se balancent, faire l'aveu de son ignorance lorsqu'on manque de lumières, est un parti fort sage : mais il cesse de l'être quand les faits parlent, et que la matière est suffisamment éclaircie. Si d'un côté l'on voit tous les jours des gens qui jugent témérairement ; de l'autre, il n'est pas rare d'en voir qui, lorsque cela leur convient, se font les apologistes du doute et de l'indécision : ils sont sûrs d'avoir pour eux tous ceux qui répugnent à un examen réfléchi, et tous les ignorans qui veulent passer pour philosophes. Quand une cause est perdue, que les faits et les pièces du procès parlent contre elle, il n'y a de ressource qu'à répandre sur la matière les nuages du scepticisme ; on rend au moins quelques juges perplexes, et c'est autant de gagné.

Il en est des tableaux qu'on voit sur les agates, comme des dessins que forment plus imparfaitement encore, sur les marbres polis, les veines qui les traversent et les couleurs qui s'y font remarquer ; il faut toujours que l'imagination ôte et supplée à

ce qui est sous les yeux, pour qu'il en résulte une ressemblance bien prononcée. Je citerois encore les pavés de la chaussée de Laon, sur lesquels Deluc rapporte qu'on croit voir des bas-reliefs gothiques, si l'arbitraire de cette architecture ne rendoit pas trop incertaine la comparaison des objets qu'elle présente aux peintures qui peuvent s'y rapporter ; mais je ne passerai point sous silence le plus merveilleux de tous ces jeux de la nature, celui qui se voit, en Chablais, dans la grotte des Fées : Voltaire prétend que la matière des stalactites a pris, sur les parois de cette grotte, la forme d'une vieille femme avec son rouet, sa poule et ses poussins, un morceau de lard et des pralines ; il n'est pas bien sûr de la vieille, elle a disparu ; des témoins oculaires ajoutent que le reste a beaucoup perdu pour la ressemblance. On ne contestera pas que ce ne soient là de vrais jeux de la nature et de l'imagination, parce qu'un rapport très-éloigné entre deux objets se trouve aisément, et peut en effet résulter de combinaisons fortuites ; au lieu qu'une correspondance parfaite et trait pour trait d'un objet à un autre, exclut

toute idée de chance : il y a l'infini contre un, que le hasard n'a point modelé un corps sur un autre avec une fidélité constante et une précision toute mathématique. Que diroit-on d'un navigateur qui, débarquant dans une île de la mer du Sud, et voyant sur le sable les empreintes du pied des sauvages, les prendroit pour l'effet des flots et des vents qui se jouent sur le rivage ?

Mais l'auteur des *Questions sur l'Encyclopédie* ne se rend point encore : « Est-on » bien sûr, dit il en parlant des coquilles, » que le sol de la terre ne peut enfanter » ces fossiles ? » Puis il cite M. de la Sauvagère, qui a vu des coquilles se former dans une pierre tendre, et qui en rend témoignage avec ses voisins. Si l'auteur de cette citation y eût eu confiance, il n'auroit pas mis en question que la nature pût enfanter des coquillages fossiles ; ce n'eût plus été un sujet de doute ; la possibilité du fait auroit été démontrée par le fait même. C'est pourquoi, rejetant avec lui ce témoignage, comme on feroit de celui de quelqu'un qui diroit avoir vu des pistaches se former sous une croûte de pâté, et qui

en rendroit témoignage avec ses voisines ; il ne reste plus qu'à discuter la question générale : *Est-on bien sûr que la terre ne peut enfanter des coquillages fossiles ?* Or, nous avons fait voir que cela n'étoit pas au pouvoir des combinaisons fortuites ; donc il faut recourir à des combinaisons artificielles, adaptées à ce genre de production, comme les germes des plantes sont adaptés à la production des plantes. Mais il n'y a pas trace de végétation dans les coquilles fossiles ou pétrifiées ; on ne les voit croître et se former nulle part, nulle part on ne les voit passer de l'enfance à l'âge adulte en parcourant tous les intermédiaires. Si cela étoit, le sol des campagnes, qui n'en auroit pas encore produit, changé par le tems et les influences de l'air, se mettroit à en produire : rien de semblable n'arrive ; donc les coquillages fossiles ou pétrifiés ne sont pas plus l'effet d'une espèce de végétation, qu'ils ne sont des productions spontanées et fortuites. Ce sont des productions de la mer et du genre animal : une liqueur visqueuse sort des pores de l'animal marin destiné à vivre dans un étui ; et cette liqueur forme autour de lui, à mesure qu'il grandit,

son berceau, sa maison et sa tombe : voilà le fait; tout le reste n'est qu'imagination. On trouve dans Saussure une observation qui se lie très-heureusement au sujet que nous traitons; il a vu sur les Alpes, dans l'intérieur d'une roche calcaire, de grosses cames pétrifiées, et remplies, non pas tant de la matière environnante, que d'un sable quartzeux à grains anguleux et irréguliers. Ainsi, de concert avec la ressemblance parfaite, le sable de la mer revendique en faveur de la mer les coquillages pétrifiés, et fait foi qu'avant leur métamorphose ils furent une production de ses domaines.

SECTION IV.

Des carrières de cailloux roulés, et de ce qui en résulte par rapport aux lieux sur lesquels on les trouve. Réfutation du système de Leibnitz sur les causes qui ont préparé l'état actuel de la terre.

Ce qui a fait attribuer aux jeux de la nature les coquillages marins qu'on ne cesse de rencontrer sur les continens jusqu'à ce qu'on y soit monté jusqu'à passer deux mille toises d'élévation, c'est la difficulté qu'on avoit de comprendre comment les mers avoient pu s'élever à des hauteurs si fort au-dessus de leur niveau actuel. Mais ce phénomène, tout incompréhensible qu'il est lorsque les causes qui ont pu le produire ne se présentent pas à l'esprit, devient très-compréhensible lorsqu'on les découvre. Nous les développerons dans la suite : quant à présent, nous rendrons compte d'une observation qui, jointe à celle des dépouilles d'animaux et de plantes marines qu'on trouve en terre, soutiendra merveilleuse-

ment l'opinion, déjà si bien fondée, que l'océan couvrit autrefois tous nos continens. Cette observation est à la portée de tout le monde. Il n'y a personne qui n'ait pu voir dans les campagnes, des creux faits à dessein d'en tirer des graviers pour ferrer les chemins. Ces graviers sont de toute grosseur, depuis celle d'un grain de sable jusqu'à celle où ils deviennent propres à paver les rues et à être employés dans la maçonnerie : il en est de plus gros encore ; mais tous ont ceci de commun, qu'ils présentent à la vue et au tact les rondeurs et le poli que les eaux donnent aux pierres, en les roulant les unes sur les autres dans le courant qui les entraîne, ou sous les flots qui les agitent ; c'est même à raison de cela qu'on donne à ces pierres le nom de *cailloux roulés :* on les appelle aussi *galets ;* mais l'expression qui les désigne par allusion à la cause de leur rondeur et de leur poli, est la plus usitée.

Il suit des qualités et modifications propres aux cailloux roulés, que puisqu'en tant de lieux divers, hauts et bas, on en trouve des carrières, il faut que ces lieux aient été sous l'eau et sous l'eau même de

la mer ; car ils sont souvent à de très-grandes distances des lacs, des rivières et des ruisseaux. Bien plus, on trouve des cailloux roulés jusque sur les sommets de très-hautes montagnes, cernées de tous côtés par des précipices qui les rendent inaccessibles à toute autre eau qu'à celle des pluies, laquelle n'a point, sur les pierres, l'effet d'une onde agitée par les vents ou entraînée par sa pesanteur vers des lieux plus bas. La mer s'est donc élevée par-dessus les sommets mêmes de ces montagnes.

Mais, dira-t-on, pourquoi la nature n'auroit-elle pas donné aux galets, dès leur formation, la rondeur et le poli que nous leur voyons? toutes les formes lui sont égales; elle n'a pas besoin de l'eau pour arrondir les pierres. Je réponds que puisque toutes les formes lui sont égales, le poli et la rondeur n'ont dû avoir ici aucune préférence; que par conséquent, les carrières de galets devroient en contenir de toutes les formes et figures indifféremment : mais point du tout; ce n'est que formes arrondies et surfaces polies. Donc une cause générale et uniforme a agi sur ces galets; et cette cause, c'est l'eau en mouvement,

puisqu'on lui voit façonner ainsi les pierres aspères et anguleuses qui sont soumises à son action.

Quand je parle de pierres anguleuses qui présentent des tranchans et des aspérités plutôt que des rondeurs polies, je ne fais que décrire l'état où sont les pierres avant d'avoir voyagé dans des eaux courantes, lorsqu'elles sont encore dans leur lieu natal, sur les montagnes et au pied des rochers d'où elles sont tombées. Et si j'ajoute que les galets tirent aussi leur origine de ces rochers, c'est que leur tissu et leur substance ne diffèrent en rien du tissu et de la substance de ces rochers mêmes. Lorsqu'on relève, dans nos plaines, un caillou roulé, dit Saussure, on peut presque nommer la montagne d'où il est parti pour se rendre sur la place où l'on vient de le prendre.

Un char qui roule sur une plaine, y imprime des traces continues ; les chevaux qui le traînent, n'y laissent que des vestiges disjoints, calqués à distance les uns des autres : les coquillages marins qui se trouvent çà et là dans le sein de la terre, et les cailloux roulés, plus fréquens encore

que ces coquillages, sont des vestiges disjoints du passage de la mer sur nos continens ; mais les couches terrestres, prises dans toute leur étendue, en sont la trace continue, lors du moins que ces couches sont ou des sables qui abondent dans la mer, ou des matières ténues et homogènes, telles qu'on les voit troubler d'ordinaire la transparence des eaux.

Un tamis laisse d'abord passer les poussières, puis les petits grains, les médiocres, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il retienne ceux qui sont d'un trop grand volume. Une eau profonde tamise en sens contraire ; elle laisse premièrement tomber les plus grosses molécules des matières homogènes qu'elle contient, puis successivement celles qui sont moins grosses, jusqu'aux plus petites, qui arrivent au fond les dernières. Cette progression donne aux dépôts des eaux une apparence qui leur est propre : si une rivière, en creusant son lit, met à découvert quelques couches terrestres, la coupe de ces couches fait sur-le-champ connoître que c'est sous l'eau qu'elles se sont formées. Et quant aux couches de marne, de grès, de marbre, etc. ; les

marnes sont des terres calcaires plus ou moins desséchées et réduites à la consistance pierreuse ; les grès sont des sables réunis et consolidés le plus souvent par un cément calcaire ; les marbres se sont formés par dépôt, puisqu'ils contiennent des corps marins : en un mot, les diverses couches dont l'intérieur de la terre est composé, attestent, dans la totalité de leur étendue, qu'elles sont originaires des eaux. Nulle différence, en effet, entre elles et celles qui tapissent le fond des mers actuelles ; par-tout où des travaux extraordinaires ont fait découvrir et mettre au jour celles-ci, on les a trouvées de même apparence et nature que celles-là : l'on a exploité, à Scarborough, des mines de charbon de pierre à un quart de lieue en avant sous la mer ; on les y a trouvées telles qu'elles étoient sur la terre.

Ainsi la stratification des plaines nous renvoie toujours à la mer comme à sa cause efficiente. En sera-t-il de même de la stratification des montagnes ? les rochers qui les soutiennent et les vallées qui les séparent, sont-elles aussi l'ouvrage des eaux ?

Pour répondre à cette question, il faut commencer par des observations sur les montagnes : ces observations se trouvent en grand nombre dans l'ouvrage de Saussure ; il les a faites dans des tems et sur des lieux différens : il faut réunir celles de même genre, les classer, voir ce qui résulte des unes et des autres, comparer les résultats, et juger. Cette méthode fixera continuellement l'attention sur des faits, et sur des faits assez nombreux et assez variés pour tenir en bride l'esprit du système. L'imagination, prompte à combiner lorsqu'elle s'exerce sur un petit nombre de données, trouve bientôt le moyen d'y satisfaire ; mais si de nouvelles données et de nouveaux faits, non moins du ressort de la question, viennent à la traverse, l'ouvrage d'un quart-d'heure est détruit en un moment.

C'est ce qui est arrivé à la théorie de Leibnitz sur la formation des montagnes et sur les causes qui ont préparé l'état présent de la terre. Ce vaste génie s'arrêta à deux observations générales : la première, que des corps marins se trouvoient pétrifiés à de grandes hauteurs sur les montagnes ;

la seconde, que les Alpes, les Pyrénées, le Caucase et toutes les grandes chaînes de montagnes, ne présentent qu'un entassement confus de monts sur monts, vallées sur vallées, rochers sur précipices, et ruines sur ruines. En conséquence, il imagina que la terre avoit été d'abord un soleil; que ce soleil s'étant éteint, le froid qui survint condensa les vapeurs qui l'environnoient; que celles-ci retombant en eau sur sa surface, la couvrirent d'une mer sans rivage; que cette mer, bientôt peuplée des animaux qui lui sont propres, roulant ses flots sur des matières vitrifiées, chargée d'ailleurs de tous les principes qui s'y étoient précipités d'en haut, déposa sur son fond des couches terrestres et pierreuses de toute espèce, dans lesquelles les coquillages et les autres habitans des mers laissèrent leurs dépouilles; qu'enfin les feux de l'intérieur s'étant fait jour au travers de ces couches, les fracassèrent; que les rochers soulevés par la violence de l'explosion, se dressèrent en appui les uns contre les autres, ouvrirent entre eux des gouffres profonds dans lesquels les eaux se précipitèrent, et qu'ainsi restèrent à sec les parties du globe les plus

éminentes, celles qui forment aujourd'hui les îles et les continens. Telle est, selon Leibnitz, l'origine des montagnes, du désordre de leur structure, du désordre de leur ensemble, des ruines qui s'y font remarquer, et des corps marins qu'on trouve dans leurs rochers aussi bien que sur les plaines et sous les plaines.

C'est ainsi que cette grande imagination, fortement saisie de deux ou trois faits généraux, se créa les moyens de les réaliser. Mais elle ne tint aucun compte des dépouilles d'animaux et de végétaux terrestres, qui se trouvent dans les montagnes et les plaines, aussi bien que les dépouilles d'animaux et de plantes marines: mais elle s'exagéra le désordre apparent des montagnes et des vallées, et ne vit rien de l'ordre réel qu'on y a vu depuis; mais elle passa légèrement sur ce qu'une exertion si puissante des forces du feu n'a laissé aucun vestige de cet élément sur les matières qu'il a fracassées et subverties; mais elle se permit d'asseoir les montagnes et les continens sur des gouffres qui devroient les engloutir: en un mot, n'ayant pris en considération ni un nombre suffisant de

données, ni les véritables données de la question, elle n'eut pas même la possibilité de la résoudre.

Toutes ces observations sur la théorie de Leibnitz, peuvent se concentrer en une seule, savoir, qu'on ne connoissoit point d'abord un assez grand nombre de phénomènes; que ces phénomènes étoient, les uns trop incomplets, les autres trop mal vus, pour qu'un système fondé sur de pareilles bases pût se soutenir. Ce n'est qu'en considérant un grand nombre de faits bien circonstanciés et bien vérifiés, qu'on peut remonter à leur cause; encore faut-il, après y être remonté, la comparer à d'autres faits de son ressort, pour juger si en dernier résultat on doit lui donner ou lui refuser sa confiance.

SECTION V.

Phénomènes desquels il résulte que dans la vallée du lac de Genève, la plaine et les côteaux sont à-peu-près tels aujourd'hui que lorsqu'ils sortirent de dessous les eaux de la mer. Que la correspondance des couches de montagne à montagne, ou de rivage à rivage, ne prouve point que ces montagnes ou ces rivages aient jamais été réunis par un massif intermédiaire. Que les pierres et fragmens de roches alpines disséminés autour des Alpes, ont été portés où ils se trouvent, par la force des eaux courantes, et non par celle du feu. Que la mer ne s'est point retirée de dessus nos continens avec lenteur et par degrés, mais d'une manière soudaine et violente. Qu'on ne peut attribuer l'alternative d'immersion et d'émersion des continens à ce que la terre tourneroit tantôt sur un de ses diamètres, et tantôt sur un autre. Digressions insérées dans le corps de cette section : la première sur une

espèce de flux et reflux qui s'observe sur divers lacs, et en particulier sur celui de Genève ; la seconde sur la fraîcheur des eaux profondes dans les lacs voisins des Alpes, et sur les vents froids qui sortent de terre en divers endroits. Explication de la grêle.

Le système de Leibnitz suppose que la partie du globe sur laquelle s'élèvent nos continens, fut autrefois une plaine de rochers ensevelis sous les eaux de la mer. Il importe de faire voir que ces continens ont été construits et formés sous la mer tels qu'ils sont aujourd'hui ; qu'il n'y a de différence que ce qu'en ont pu mettre les volcans, les tremblemens de terre, et l'action de l'air, de l'eau et du soleil sur les corps solides. C'est ce qu'on va déduire de plusieurs observations faites sur le bassin du lac de Genève et sur le pays qui l'environne.

Le lac de Genève occupe le fond d'une grande vallée entre les Alpes et le Jura. Sa longueur en ligne droite, depuis Genève à Villeneuve, est de quinze lieues, elle

est de dix-neuf lieues en suivant les sinuosités du rivage qui borde le pays de Vaud. Sa partie, depuis Villeneuve à Promentou, est beaucoup plus large et plus profonde que sa partie depuis Promentou à Genève ; aussi appelle-t-on la première *le grand lac*, et la seconde *le petit lac*.

La partie par laquelle le grand lac confine au petit, est remarquable en ce qu'elle occupe la place où le lac commence à changer sa direction est et ouest pour en suivre une qui tire de soixante degrés vers le sud. Elle est remarquable encore en ce que le lac y prend une largeur considérable, formant deux grands golfes d'égale profondeur, l'un sur sa rive droite du côté de la Suisse, l'autre sur sa rive gauche du côté de la Savoie. Celui du côté de la Suisse s'étend depuis Allaman à Promentou; son plus grand enfoncement est à Rolle : celui du côté de la Savoie s'étend depuis Ripaille à Yvoire ; son plus grand enfoncement est à Thonon.

Le petit lac, depuis Nion à Genève, va toujours en se rétrécissant, en sorte que sa largeur, qui étoit d'abord d'une lieue et demie, se réduit finalement à moins d'un quart de lieue. A une distance de la ville d'environ

demi-lieue, le fond du lac s'élève d'une rive à l'autre et forme sous l'eau un banc continu, toujours très-navigable comme le reste, mais sur lequel la profondeur est considérablement moindre que par-tout ailleurs. La ligne qui sépare ce fond élevé du fond plus bas qui le précède, s'appelle *le Travers*, et tout le banc, depuis cette ligne jusqu'à Genève, se nomme *le banc du Travers*.

Depuis Aigle, et même de plus haut, le Rhône, avant de se jeter dans le lac, coule sur une plaine toute formée de ses dépôts, c'est-à-dire, des terres sables et cailloux qu'il charie avec lui. Ces atterrissemens successifs, qui gagnent sans cesse sur le lac, tendent à le combler ; mais ce n'est qu'avec beaucoup de lenteur, à cause de sa grande profondeur. D'ailleurs, il arrive souvent que des atterrissemens déjà tout formés, mais mal assis, sont emportés par les flots et disparoissent ; tant leur masse imprégnée d'eau est disposée à rejoindre l'élément qui y domine. Il n'en est pas moins vrai que *Provallais* (*Portus Vallesiæ*), village aujourd'hui à demi-lieue du lac, fut jadis un port situé sur ses bords. Mais

combien y a-t-il de siècles ? dix , quinze ou vingt ? c'est ce que personne ne peut dire. En général, on est porté à s'exagérer la promptitude avec laquelle le lac devroit se remplir, quand on considère la quantité de terres et de pierres qui y sont entraînées par le Rhône, les ruisseaux et les torrens qui s'y jettent. Cependant l'on revient à comprendre pourquoi, d'âge d'homme au moins , on n'aperçoit à cet égard aucun progrès, quand on fait réflexion à la quantité de sables, de pierres et de graviers que les flots poussent sur la grève, et qu'on enlève tous les jours pour ferrer les chemins, sabler les jardins et faire avec de la chaux le mortier qui sert à bâtir. De plus, le Rhône en sortant du lac entraîne aussi des pierres et des cailloux qui, en peu d'années, forment dans son lit, immédiatement au-dessous de Genève, des bancs qui obstrueroient son cours, si l'on n'avoit soin de les déblayer.

La différence de hauteur des eaux du lac, d'une saison à l'autre, va jusqu'à six pieds. C'est vers la fin de mars qu'elles sont le plus basses, et autour de la mi-août qu'elles sont le plus hautes. La raison en est, que tous les torrens et ruisseaux qui semble-

roient devoir les enfler, n'influent pas sensiblement sur elles ; que leur quantité dépend presque entièrement du Rhône, et que les grandes crues de ce fleuve, occasionnées par la fonte des neiges et glaces des hautes Alpes, n'arrivent qu'en été, et ne remplissent que successivement le grand bassin qui les reçoit. Deluc a trouvé, à l'aide du baromètre et du thermomètre, que la surface du lac, lorsque ses eaux sont le plus hautes, s'élève de 1126 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Le fond du lac est une vase très-fine, mélangée d'argile et de terre calcaire ; sur ses bords, ce ne sont que cailloux roulés, sable et gravier ; l'on y voit aussi, mais seulement en quelques endroits, de gros fragmens de granit et d'autres roches alpines. Depuis Villeneuve jusqu'à Lausanne, les matières meubles qui forment le lit immédiat de l'eau, reposent sur un banc solide de rochers calcaires qui traverse d'une rive à l'autre. Ces rochers se montrent souvent à découvert au fond de l'eau, quand on côtoie le lac en allant d'une de ces villes à l'autre. Depuis Lausanne à Genève, la première couche du fond du lac, celle qui est

composée de matières meubles, devient plus épaisse ; c'est du sable et une glaise plus ou moins profonde, assise sur des bancs solides de grès, au-dessous desquels de Saussure conjecture, avec beaucoup de vraisemblance, qu'il y a un troisième fond de rochers calcaires, qui s'étend depuis les montagnes de Savoie jusqu'au Jura.

Aux premiers jours de mai, lorsque les neiges commencent à fondre sur les Alpes, le Rhône, grossi de ces eaux nouvelles, en pénètre les plaines qu'il traverse avant de se jeter dans le lac; et ces plaines, déjà réchauffées par l'ardeur du soleil, couvertes d'ailleurs de débris de végétaux, en conçoivent une fermentation à laquelle on attribue des traînées d'écume onctueuse à grosses bulles, qu'on voit alors flotter çà et là dans tout le parage compris entre l'embouchure du Rhône et S. Saphorin.

Dans ce même parage, les pêcheurs observent des courans qui vont tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et qu'on doit attribuer à ce que c'est dans ce voisinage que le Rhône se décharge et trouble continuellement l'équilibre des eaux par des eaux nouvelles. Les vents aussi sont là plus

violens et plus variés qu'ailleurs, parce qu'ils sortent de diverses gorges des Alpes qui sont en face. Outre cela, le fond du lac y est plus inégal ; et ces inégalités faisant obstacle au mouvement direct des eaux pour se mettre en équilibre, il en résulte des courans d'autant plus rapides, que le mouvement direct a été plus contrarié.

Il est extrêmement rare de voir des trombes sur le lac de Genève ; on a cependant connoissance que ce phénomène y a été observé trois fois avec toutes les circonstances qui l'accompagnent. Mais si l'électricité des nuées se refuse presque à y donner ce signe éclatant de sa présence, elle ne laisse pas de s'y manifester tous les ans d'une manière sensible. En été, quand le ciel se charge, et sur-tout pendant les calmes qui précèdent les orages, on voit l'eau monter sur le rivage, puis le laisser à sec ; ou inversement, commencer par mettre la grève à découvert, et remonter ensuite plus haut qu'elle n'étoit auparavant. On a observé à Genève des oscillations de cette espèce qui y ont mis jusqu'à quatre pieds et demi de différence dans le niveau des eaux : très-ordinairement cette différence n'y est que

de quelques pouces ; mais à Rolle, où le lac est plus large que par-tout ailleurs, elle ne va pas même à un pouce ; et sur les autres bords, c'est toujours en raison de la proximité des rives opposées que croissent les oscillations dont il s'agit. La raison en est, qu'aussitôt qu'une ou plusieurs nuées électriques ont attiré et fait monter les eaux sous elles, si le vent les emporte ou qu'elles se dissipent, les eaux que leur attraction tenoit comme suspendues, retombent, et par leur chute élèvent d'autant plus le liquide qui les avoisine, qu'il est resserré dans des bassins plus étroits que ceux des eaux qui le soulèvent.

On avoit cru que ce phénomène, qui porte à Genève le nom de *seiches*, étoit particulier au lac de cette ville ; mais on l'observe à la surface de tous les lacs qui, sur une longueur suffisante, ont des largeurs inégales ; et dans tous ces lacs, c'est aux endroits les plus étroits qu'il est le plus considérable. On le voit sur le lac de Neufchâtel ; mais il est beaucoup plus sensible sur le lac de Constance, à cause de son étendue, et sur-tout à cause de la grande inégalité de ses largeurs. Ce n'étoit donc pas

dans la pression des vents du midi sur les eaux du lac près de Genève, que Fatio auroit dû en chercher l'explication; parce qu'indépendamment de ce que les seiches ne sont pas exclusivement propres au parage de Genève, elles s'y font très-souvent remarquer dans les tems les plus calmes, lorsque tous les vents se taisent et que la surface du lac est unie comme une glace. Ce n'étoit pas non plus dans les eaux alternativement plus et moins abondantes que le Rhône verse dans le lac près de Villeneuve, et dans la répulsion intermittente que l'Arve exerce contre les eaux du Rhône au sortir de Genève, que Jallabert pouvoit en trouver la cause; parce qu'elles se font apercevoir sur toute la longueur du lac, et dans des tems où ni l'Arve ni le Rhône ne croissent et décroissent alternativement d'une manière sensible. Enfin, ce n'étoit pas non plus à une différence notable entre les pressions de diverses colonnes d'air sur diverses parties de la surface des eaux, que Saussure auroit dû attribuer ce phénomène; parce que, lors même qu'on accorderoit que des colonnes d'air très-voisines les unes des autres peuvent long-tems peser inéga-

lement sur leurs bases, ce qui seroit pourtant contraire à leur faculté de se remettre promptement en équilibre, la circonstance que les seiches n'ont lieu qu'en été lorsque l'électricité du ciel est très-sensible, ne permettroit pas de leur assigner une cause tout aussi capable d'agir lorsque l'électricité du ciel est nulle que lorsqu'elle est dans toute sa force.

La plus grande largeur du lac, entre Rolle et Thonon, est de 7500 toises; entre Préverange et Amphion, elle est de 6933 toises. La plus grande profondeur à laquelle on y ait vu descendre la sonde est de 953 pieds : c'étoit en face des rochers de Meillerie, à 800 toises du rivage. Le célèbre Saussure a aussi constaté par ses observations, qu'à la profondeur de 150 pieds et plus bas, la température des eaux du lac de Genève, et de tous les lacs de la Suisse, demeure constamment la même, c'est-à-dire, qu'été et hiver, elle est à 4 degrés $\frac{1}{2}$ du thermomètre en 80 parties. On doit attribuer cette grande fraîcheur aux eaux de neige et de glace, qui, après s'être glissées depuis les montagnes entre les couches de rochers, vont sourdre au fond des lacs du voisinage.

Un phénomène dont l'explication harmonise parfaitement avec celle qu'on vient de donner de la fraîcheur du fond des lacs de la Suisse et de l'Italie, c'est celui des vents froids qui sortent de terre en quelques endroits.

Au milieu de la campagne de Rome, s'élève, à une hauteur de deux à trois cents pieds, un monticule connu sous le nom de Monte-Testaceo, parce qu'il est composé de débris d'urnes, d'amphores et de pots cassés de toute espèce. Ce monticule est environné de caves adossées contre lui par leur arrière-mur, dans lequel sont pratiqués des soupiraux pour faire passage à l'air qui doit rafraîchir l'intérieur de la cave. Ces caves sont presque au niveau du sol; c'est fort peu de chose que ce qu'il faut descendre pour y entrer.

En l'année 1749, le 9 septembre après midi, l'abbé Nollet ayant exposé deux thermomètres, l'un dans l'une de ces caves, et l'autre en plein air à l'ombre, il vit le premier se fixer à 9 degrés $\frac{1}{2}$, et le second à 18.

Le premier juillet 1775, Saussure vit dans l'une de ces caves le thermomètre à

$5 \frac{1}{4}$, tandis que dehors à l'ombre il étoit à $20 \frac{1}{2}$.

Sous un climat encore plus méridional, dans l'île d'Ischia, remplie d'eaux thermales, et presque toute volcanique, il y a une grotte au fond de laquelle Saussure, le 9 mars 1773, observa le thermomètre à 9 degrés, tandis que dehors à l'ombre il étoit à 14. On l'assura qu'il l'auroit vu descendre plus bas dans la grotte, s'il étoit venu à l'époque des grandes chaleurs.

Dans les caves froides de S. Marino, au pied de la colline de grès sur laquelle est bâtie cette ville, Saussure, le 9 juillet 1773, vit le thermomètre descendre à 6 degrés, tandis que dehors à l'ombre il se tenoit à 13. Le sol de ces caves est de 320 à 330 toises au-dessus du niveau de la mer.

Cesi, ville de l'état ecclésiastique, a aussi des caves froides. Celle que visita Saussure ne devoit pas sa fraîcheur à son enfoncement, mais à l'air qui sortoit par les crevasses du rocher auquel elle étoit adossée, et qui souffloit avec tant de force qu'il éteignoit presque les flambeaux qu'on mettoit dans sa direction. Ce vent auroit été plus

fort encore si la journée n'eût été froide ; car on observe qu'en été il sort de ces soupiraux avec d'autant plus de vîtesse que l'air extérieur est plus chaud ; qu'en hiver, au contraire, il s'engouffre dans les mêmes soupiraux avec une violence proportionnée au froid extérieur. Dans la cave de Cesi, où entra Saussure après midi, le 4 juillet 1773, il vit le thermomètre descendre à 5 $\frac{3}{4}$, tandis que dehors à l'ombre il étoit à 14 $\frac{1}{2}$.

Les *cantines*, c'est ainsi qu'on nomme les caves froides de *Chiavenna*, sont adossées à un rocher de stéatite. Le 5 août 1777 à midi, le thermomètre s'y fixoit à 6, tandis que dehors à l'ombre il se tenoit à 17.

Les caves froides que Saussure nous dit avoir observées avec le plus de soin, sont celles de *Caprino*, situées vis-à-vis de la ville de ce nom, au pied d'une montagne calcaire qui, par une pente rapide, aboutit tout près du lac de *Lugano*. Quand on entre dans ces caves, la fraîcheur surprend au point de craindre d'en être incommodé ; et quand on en sort, on croit entrer dans un four. Elles sont de niveau avec le terrain ; leur mur de face et leur toït sont entière-

ment à l'air ; il n'y a que le mur du fond en entier, et les murs latéraux en partie, qui soient enterrés dans le pied de la montagne, lequel est tout couvert de débris anguleux et tranchans qui viennent de plus haut. C'est d'entre ces débris, mais non d'entre tous indifféremment, que sort le vent frais.

Ce fut le 29 juin 1771, que Saussure y fit sa première observation : le thermomètre placé au fond d'une cave descendit à $2\frac{1}{3}$, tandis qu'en plein air à l'ombre il se tenoit à 21. Il y fit sa seconde observation le 1.er août 1777 : le thermomètre placé au fond de la cave descendit à 4, tandis qu'en plein air à l'ombre il étoit à 18. Une troisième observation, faite le même jour à la bouche d'un soupirail ouvert dans un mur destiné à servir de fond à une cave nouvelle, fit voir à 4 le thermomètre qui dehors étoit à 18. Le même thermomètre enfoncé de huit pouces dans le sol de cette cave, encore toute ouverte, ne descendit qu'à 7 ; sur le sol même il montoit à 8 ; sur le pavé d'une cave fermée il n'alloit qu'à 5.

Cet air froid, dit Saussure, ne se distingue de l'air atmosphérique par aucune

qualité sensible, excepté le froid : il n'a ni odeur ni saveur particulière, et n'affecte pas autrement la respiration qu'un air froid au même degré. Saussure ajoute que le froid de cet air ne tient point à la nature du sol par lequel il s'échappe, puisqu'à Monte-Testaceo, il sort d'un amas de terraille ; à Cesi, d'un rocher calcaire ; à S. Marino, d'un grès ; à Chiavenna, d'une stéatite, etc.

De l'autre côté des Alpes, tout près d'Hergisveil dans le canton d'Undervald, et au bout du lac de Lucerne, s'élève une montagne au pied de laquelle sont situées de petites huttes toutes de bois, excepté le fond qui est muré en pierres sèches. Le vent qui sort des débris de la montagne, s'insinue dans ces huttes au travers du mur qui en fait le fond, et y cause un si grand froid, qu'au rapport de Saussure, le 31 juillet 1783 à midi, le thermomètre au fond d'une cave se tenoit à $3\frac{1}{3}$, tandis que dehors à l'ombre il montoit à $18\frac{1}{3}$. Mais voilà suffisamment d'observations ; il est tems d'en donner l'explication, qui a été annoncée comme parfaitement d'accord avec celle qu'on a donnée de la fraicheur des eaux au

fond des lacs enclavés dans les Alpes ou situés dans leur voisinage.

Comme il y a dans la terre des canaux par lesquels l'eau s'écoule, il y a de même entre les rochers des fissures ou couloirs par lesquels l'air peut monter ou descendre selon les circonstances. Qu'on imagine donc un couloir souterrain qui s'étende depuis le sommet jusqu'au pied d'une montagne : l'air qu'il contiendra sera plus chaud en hiver et plus froid en été que l'air extérieur ; par conséquent, sa froidure en été le fera descendre et souffler le froid dans les caves par l'issue qu'il y trouve ; en hiver, au contraire, l'air du couloir étant plus chaud que l'air extérieur, montera par ce couloir même ; et l'air extérieur s'y engouffrant par le bas, ira ressortir par haut : car on a éprouvé qu'en faisant deux trous l'un au-dessus de l'autre dans la paroi qui sépare du grand air une caverne ou espace fermé quelconque, si l'air de la caverne est plus chaud que l'air du dehors, il sort de son enceinte par le trou supérieur, tandis que l'air du dehors y entre par le trou inférieur; qu'au contraire, si l'air de la caverne est plus froid que l'air extérieur, il sort par le

trou inférieur, tandis que l'air extérieur s'insinue par le trou supérieur.

Cette explication du phénomène des caves froides fait non-seulement comprendre pourquoi en été l'air descend, et pourquoi en hiver il monte par les soupiraux qui aboutissent à ces caves mêmes; elle rend aussi raison de ce qu'au fort de l'été, l'air qui descend dans une cave par un soupirail de cette espèce, est plus froid que celui qui y descend par le même soupirail quand les chaleurs sont à leur fin : car il est évident que cet air venant de la sommité même des montagnes, doit être plus froid en juillet, quand les neiges ne sont pas toutes fondues ou ne font que de l'être, qu'il ne l'est en août ou septembre, quand cette fonte est achevée, et que le sol, frappé à nu par les rayons du soleil, a pu se réchauffer sensiblement. Enfin, cette explication se concilie très-bien encore avec ce que disoient à Saussure les gens d'Ischia, que s'il étoit venu dans leur grotte pendant les grandes chaleurs, il y auroit trouvé l'air plus froid qu'au mois de mars : car, que cet air vienne d'une sommité couverte de neige en juillet comme en mars, il arrivera plus froid dans

la grotte au mois de juillet ; attendu que les chaleurs de la plaine étant alors plus fortes, il descendra plus vîte dans son couloir, et en débouchera par conséquent avant d'y avoir perdu une aussi grande partie de sa froidure.

Sans doute on objectera que Monte-Testaceo n'ayant pas plus de trois cents pieds de haut, ne peut envoyer de son sommet à sa base un air qui y rafraîchisse les caves, au point que le thermomètre y descende à 5 $\frac{1}{4}$; tandis qu'en plein air, à l'ombre, il se tient à 20 $\frac{1}{2}$. La réponse à cette objection est que ce n'est point du sommet de ce monticule que vient à son pied l'air froid qui s'en échappe, qu'il vient de plus loin et de plus haut par un couloir qui le décharge à son extrémité, sans que la terraille contribue le moins du monde à sa froidure. Et afin qu'on ne s'étonne pas de la longueur qu'on suppose à ce couloir, on rappellera que, dans les environs de Genève, il y a des sources qui augmentent en été, dans le tems de la fonte des neiges, sur certaines montagnes éloignées de deux à trois lieues, et que ces mêmes sources tarissent presque entièrement en hiver.

Voilà des conduits souterrains bien aussi longs que ceux qu'on vient de supposer ; et si l'on en vouloit d'autres, nous produirions ceux qui portent l'eau douce depuis le continent jusque dans l'île du Grand-Ribaud sur les côtes de Provence : cette île n'est qu'un écueil incapable d'alimenter les sources d'eau douce qui s'y rencontrent.

Ainsi le froid qui règne sur les montagnes rend également raison et de la fraîcheur du fond des lacs de la Suisse, et de la froidure des vents qui sortent de terre en quelques endroits ; et l'accord qui règne entre les explications de ces deux phénomènes se fait mieux sentir encore, quand on considère que la fraîcheur des eaux profondes des lacs de la Suisse est de $4\frac{1}{2}$, tandis que la température moyenne des vents dont nous avons parlé est de $5\frac{1}{2}$: car il est naturel que partant du même degré de froid sur les montagnes, l'air se rapproche plus promptement que l'eau du degré de chaleur qui se fait sentir dans les plaines. Il ne manque donc à cette théorie, que d'avoir connoissance sur les montagnes de quelques rochers fendus, d'où il sorte en hiver un vent moins froid que l'air environnant ;

mais il est difficile qu'on en fasse l'observation, soit parce qu'en hiver il ne peut monter de la plaine sur les montagnes un air beaucoup moins froid que celui qui s'y trouve, soit parce que ce n'est pas dans cette saison que les naturalistes vont visiter ces lieux couverts de neiges nouvelles et profondes.

La grêle s'explique aussi fort bien par le froid qui règne sur les montagnes, et en général dans les hautes régions de l'atmosphère. Au fort de l'été, lorsqu'on est suffoqué par la chaleur, d'épais nuages viennent obscurcir le jour; au calme de l'air succède un murmure effrayant: les vents se déchaînent, les éclairs en tous sens sillonnent les nuées; déjà les campagnes, altérées d'eaux liquides, sont ravagées par ces eaux mêmes converties en glaçons, et c'en est fait des espérances du laboureur.

Mais d'où vient ce froid subit qui saisit la pluie et la précipite en grains solides sur les campagnes? Une colonne de nuages s'élève dans l'atmosphère, sa partie inférieure est plongée dans une région chaude, ses parties supérieures nagent dans des régions toujours plus froides; les plus hautes

sont dans un air glacé. Alors, si l'éclair brille et emporte avec lui le feu combiné avec l'eau dans ses vapeurs, cette eau, abandonnée à elle-même, reprend sa forme liquide ; par-tout où elle trouve une température au-dessus de la congélation, elle tombe en pluie ; par-tout où elle en trouve une au-dessous, elle se gèle et tombe en grêle.

Mais, dit-on, le volume des grains de grêle surpasse souvent celui des gouttes de pluie même les plus grosses : celles-ci n'ont jamais plus d'un pouce de diamètre, il est même très-rare qu'entre les tropiques elles arrivent à cette grosseur ; et l'on voit quelquefois des grains de grêle gros comme des œufs de poule, aussi gros même que des œufs d'oie et davantage. — Je réponds que cette différence vient de ce que les gouttes de pluie, en tombant, sont divisées par l'air qu'elles traversent ; au lieu que la grêle une fois formée, tombe de toute sa masse, et se brise rarement en frappant la terre. Or, telle est la nature des vapeurs qui composent une nuée, que leurs parties se repoussent mutuellement, tant que la nuée est électrique ; mais que sitôt qu'elle cesse de l'être par le départ du feu, ces mêmes

parties s'attirent et peuvent se pelotonner de manière à former les plus gros grains de grêle.

Mais, dit-on encore, si des nuées abandonnées par le feu, dans des régions glacées, s'y convertissent en grêle, comment se fait-il que les grains de celle-ci sont presque toujours composés d'une enveloppe de glace transparente, et d'un noyau opaque de neige pure ou de neige mêlée de glace : l'éclair ne devoit-il pas fondre cette neige aussi bien que la vapeur de la nuée ; et, supposé qu'il ne la fondît pas, l'eau qui, au sortir de la nuée, s'y réunit, ne devroit-elle pas la dissoudre ? — Quant à la fusion de la neige par le feu, je réponds que, sous la forme de neige ou de glace, l'eau ne se laisse point pénétrer, et moins encore fondre par le feu électrique, surtout quand elle est environnée de vapeurs aqueuses qui donnent à ce feu le plus libre passage : et quant à la dissolution de la neige par l'eau qui s'y réunit immédiatement après l'éclair, j'observe que la force dissolvante de cette eau est presque nulle, attendu que les fusions opérées par le feu électrique, ne communiquent point aux corps fondus la même chaleur que les fusions

opérées par le feu commun : si bien que les physiciens les ont qualifiées de fusions froides ; et que long-tems avant que leurs expériences les y déterminassent, on avoit vu la foudre liquéfier des pièces de monnoie dans une bourse sans la brûler, et fondre le fer d'une épée dans son fourreau sans l'endommager.

Lors donc qu'une nuée s'élève assez dans l'atmosphère pour s'y décomposer en neige et non pas en pluie , si l'éclair brille et la traverse , elle se fond à froid , et l'air déjà chargé des flocons de neige qui s'étoient séparés d'elle, se charge encore des gouttes d'eau dans lesquelles elle achève de se décomposer. Or, la liquéfaction d'un aussi grand volume de vapeurs, attire l'air de tous côtés ; et de l'intrusion de ce fluide résulte le rapprochement des flocons de neige et des gouttes d'eau répandues dans le lieu où il s'introduit. De plus, avant ce rapprochement, il s'en fait un autre entre les aiguilles dont chaque flocon de neige est composé, et entre ces flocons mêmes ; car au moment où la vapeur qui les sépare, passe de l'état élastique à l'état liquide, ces aiguilles d'une part, et ces flocons de l'autre,

sont comprimés et resserrés par le ressort de l'air extérieur. Souvenez-vous aussi que les gouttes d'eau dans lesquelles la vapeur se résout, s'attirent mutuellement, comme tous les corps légers, coton, laine, papier, etc., auxquels on a soutiré leur feu électrique ; et qu'environnés, comme elles le sont, de pelotons de neige tout formés, quelques-unes y adhèrent ou sont prêtes à y adhérer ; que par conséquent elles y seront bientôt súivies de beaucoup d'autres, et formeront ainsi des globules composés intérieurement de neige, et extérieurement d'eau liquide. En sorte que du moment où le froid de l'atmosphère les saisit, ce seront autant de grains de grêle à noyau blanc et à couverture transparente. Que si la vapeur, au lieu de se résoudre en eau par le feu de l'éclair, n'avoit fait que perdre son ressort par l'émission de feux plus lents et moins actifs que les éclairs, il en seroit résulté du gresil simple, et non pas de la grêle.

Mais pourquoi, lorsque le tonnerre précipite la grêle sur les campagnes, ne voit-on l'éclair que trois ou quatre secondes avant que la foudre éclate ? Quatre secondes ne supposent qu'un éloignement de quatre par

cent quatre-vingt, c'est-à-dire, de sept cent vingt toises; il s'en faut bien qu'à cette distance, fût-elle toute en hauteur perpendiculaire, la nuée d'où part la foudre se trouve dans les régions glacées de l'air; à plus forte raison, les coups de tonnerre plus rapprochés du moment de l'éclair, laissent-ils les nuées au-dessous de cette région; et partant, ce n'est pas le froid de l'atmosphère qui produit la grêle. — Je réponds que l'éclair qui décharge une colonne de vapeurs de son feu électrique, en la prenant par sa base, fait entendre une détonnation qui sort de cette base, mais que les parties supérieures de la colonne, lesquelles ne sont pas moins désélectrisées que sa base, peuvent atteindre les régions glacées de l'atmosphère, et s'y changer en grêle, tandis que cette base même se convertit en pluie. Outre cela, le bruit du tonnerre est composé le plus souvent de plusieurs éclats consécutifs, parce que l'éclair ne décharge pas à-la-fois toute la colonne qu'il traverse, mais saute au travers de l'air d'une partie à l'autre de cette colonne disjointe, et à chaque saut donne un nouveau coup, jusqu'au dernier, qui se

fait entendre plus ou moins de tems après le premier ; en sorte que ce n'est pas par ce premier qu'on peut juger de la distance de toute la colonne, mais seulement de la distance de celle de ses parties qui est le plus près.

C'est en vain, nous dit-on encore, que vous persistez à faire durcir la grêle par le froid atmosphérique ; il n'est pas rare, dans les pays de montagne, de contempler d'une sommité élevée un orage qui crève sur les vallées inférieures, et y verse la pluie et la grêle indistinctement, tandis que sur cette sommité l'on jouit d'une douce température : ce n'est donc pas le froid de l'atmosphère qui a formé cette grêle, puisqu'il n'existoit pas au-dessus même du lieu où il devroit l'avoir formée. — Aussi, ne disons-nous pas que ce sont les couches d'air plus basses que celle où le spectateur respire, qui ont changé l'eau en glace ; mais nous disons qu'à mesure que les nuées se déchargent sur les vallons, le volume des vapeurs élastiques qui se décomposent, laisse dans l'air un vide immense à remplir ; que ce n'est cependant ni du bas ni des côtés que l'air y afflue ;

mais qu'il s'y engouffre d'en haut, et y porte le froid des régions supérieures à la sommité même sur laquelle repose le spectateur. Nous ajoutons en preuve de ce mouvement de l'air, que toutes les fois que dans les campagnes on voit une nuée qui se décharge sur un lieu particulier sans qu'il pleuve à l'entour, on sent venir à soi le vent depuis l'endroit où il pleut; que par conséquent ce vent s'échappe en tous sens depuis cet endroit même, ce qui ne peut se faire qu'autant qu'il y afflue sans cesse d'en haut, et fournit ainsi à l'écoulement continuel qui s'en fait par les côtés.

Enfin, l'on nous dit que quelque rare qu'il soit de voir de la grêle sans tonnerre, cela n'est pourtant pas sans exemple; que par conséquent la grêle se forme indépendamment de la résolution des nuées en eau par le tonnerre, et qu'ainsi elle n'a point pour cause cette résolution et la congélation qui la suit immédiatement. — Je ne nie pas qu'on ait des exemples de grêle sans tonnerre; j'ai été témoin d'un orage qui dura plus d'un quart-d'heure, pendant lequel je n'entendis pas tonner, quoiqu'il ne cessât de tomber une grêle grosse comme de

de petits pois. Mais nombre de voyageurs attestent qu'en traversant les Alpes, il leur est arrivé de voir à leurs pieds des mers de nuées orageuses, desquelles le feu partoit, non-seulement sous la forme d'éclairs, mais sous celle aussi d'aigrettes et de fusées qui n'étoient suivies d'aucune détonnation. Le célèbre Bouguer, dans son *Voyage au Pérou*, raconte pareillement qu'en montant sur Pitchinca avec la Condamine, ils furent tout-à-coup enveloppés de nuées orageuses, ventés de tous côtés indifféremment, et enfin frappés au visage de grains de grêle au moment où ils entendirent, non pas un tonnerre, mais un bruit sourd semblable à celui d'une amorce lorsqu'on la brûle dans le bassinet d'un fusil. Il n'est donc pas douteux que, dans les orages, le feu des nuées ne s'envole quelquefois avec la rapidité des éclairs, et d'autres fois ne s'échappe plus lentement et sans bruit en fusées et en aigrettes; que par conséquent on ne puisse attribuer les grosses grêles aux éclairs qui détonnent et résolvent subitement en eau beaucoup de vapeurs dans les régions glacées de l'air, et les petites grêles aux feux silencieux qui décomposent aussi

les nuées, ou plutôt sont l'effet immédiat de leur décomposition. Et cela est si vrai, que toutes les fois qu'il tombe du grésil sans tonnerre, ce qui est très-commun, les paratonnerres ne laissent pas de signaler une très-forte électricité aérienne.

Le météore de la grêle nous a déjà menés plus loin que nous n'aurions imaginé; cependant il faut achever, et voir si les variations qu'il éprouve selon les tems et les climats, dérivent bien de l'explication que nous en avons donnée.

Et premièrement, pourquoi de dix grêles neuf tombent-elles de jour, et une de nuit? et pourquoi celles qui tombent de nuit, ne sont-elles jamais considérables? C'est qu'il est beaucoup plus rare que les nuées s'élèvent jusque dans les régions glacées de l'air de nuit que de jour. Dans tous les pays de montagnes, au lever du soleil, et à mesure qu'il monte sur l'horizon, l'on voit les nuées répondre successivement à des hauteurs plus grandes sur le flanc des montagnes, et dépasser enfin leurs sommités. Quant à la modicité des grêles nocturnes, elle tient à la même cause; car, s'il est rare que de nuit les nuées nagent

dans les régions glacées de l'air, il doit être beaucoup plus rare encore qu'elles y soient entassées au point que les éclairs en puissent faire tomber de grosses grêles.

Secondement, pourquoi, dans notre vallée, les étés pluvieux sont-ils plus sujets à la grêle que les étés secs? C'est que la pluie rafraîchit l'air, et rapproche ainsi de la terre la région glacée de l'atmosphère; en sorte que les nuées y sont bien plus souvent plongées dans les étés humides que dans les étés secs: et c'est par la même raison qu'il grêle bien plus souvent dans le voisinage des Alpes que dans les plaines de France, attendu que l'air y est plus froid, tant à raison de l'élévation du sol, qu'à cause des neiges et des glaces qui en sont plus rapprochées.

Troisièmement, les grains de grêle sont beaucoup plus gros dans les vallées que sur les croupes des montagnes, parce que les pointes des rochers soutirent l'électricité des nuées au-dessus d'elles, et dissipent ainsi d'avance la matière des éclairs, qui, lorsqu'ils partent, font toujours abandonner aux nuées une quantité d'eau proportionnée à la quantité de feu qu'ils leur dérobent.

De plus, les colonnes de nuages, quoique plus enfoncées dans les vallées que sur les hauteurs adjacentes, n'en sont guères moins pénétrées de froid dans toute leur profondeur, à cause du vent qui, comme il a été dit, s'y engouffre d'en haut à mesure qu'elles se dissolvent.

Passons à présent en revue les circonstances qui accompagnent la grêle dans les climats divers; et d'abord nous verrons que c'est dans les régions voisines du cercle polaire que ce phénomène est le plus terrible. Wallace, dans son *Histoire naturelle des Orcades*, rapporte qu'au mois de juin 1780, il tomba sur ces îles une grêle dont les grains, ou plutôt les quartiers, avoient un pied de diamètre. Les *Transactions philosophiques*, n.° 229, font mention d'une grêle tombée en Angleterre, dont les grains pesoient chacun environ cinq onces; et l'Académie des sciences parle d'une grêle qui ravagea le Perche en 1703, dont les plus petits grains étoient comme des noix, les moyens comme des œufs de poule, les plus gros pesoient quatre onces.

Au mois de juin, la présence presque continuelle du soleil sur les Orcades, peut

y exciter une électricité aérienne aussi forte que celle de la zone torride, et il n'est pas impossible que la région glacée de l'atmosphère s'y rapproche alors à deux cents toises près du niveau de la mer. Cependant, les nuages rassemblés s'entassent les uns sur les autres, et par-tout leur densité est égale à celle des couches d'air où ils sont suspendus. La tempête survient; le feu combiné avec l'eau dans ces nuages, s'envole avec les éclairs, l'eau coule à grands flots; mais ces flots, durcis par le froid, couvrent la terre de ruines et de débris glacés. De là, passant dans les climats tempérés, en Angleterre, en France, l'électricité ne perd rien de sa force; mais la plus basse couche d'air glacial s'élève bien davantage dans l'atmosphère, et la densité des nuées n'y est plus qu'à raison de sa hauteur : elles ne peuvent donc se résoudre en gouttes aussi grosses que les nuées qui affectent la même région dans les climats froids; et partant, les grains de grêle formés par la congélation de ces gouttes, sont plus gros sous le cercle polaire qu'en deçà.

Si d'un côté la grosseur des grains de

grêle diminue à mesure qu'on s'avance du cercle polaire vers le tropique ; de l'autre, la saison de ce météore change successivement de l'été au printems et à l'hiver. A Genève, la grêle tombe au printems ou en été ; mais ce n'est qu'en été qu'elle fait quelquefois des ravages déplorables. En Italie, si l'on en excepte l'Apennin et ses lisières, l'une à l'est, l'autre à l'ouest, on éprouve rarement des grêles durant l'été. En Sicile, ce n'est jamais qu'en hiver ou au printems qu'on voit de la grêle. L'abbé Lacaille dit que, dans le voisinage du cap de Bonne-Espérance, il ne grêle jamais en été, quelquefois en hiver, et très-rarement au printems ; il ajoute que ces grêles tombent bien plus souvent sur les montagnes que sur les plaines.

La raison en est, qu'en s'approchant du tropique, si l'électricité des nuages n'augmente pas, du moins ne perd-elle rien de sa force ; mais que la région glacée de l'air s'élève de plus en plus, et qu'au moins, en été, elle monte à telle hauteur, que jamais les nuages orageux ne l'atteignent, ou que s'ils l'atteignent, leur tissu est si rare, que les éclairs n'en peuvent faire tomber qu'une grêle menue, laquelle, avant

de toucher terre, se fond dans les couches inférieures de l'atmosphère. En hiver, au contraire, les régions glacées de l'air étant plus basses, et l'électricité forte encore dans les climats chauds, il est possible que ces régions se pénètrent de nuées assez denses pour que les éclairs en précipitent une grêle capable de blanchir le sommet des montagnes et quelquefois même les plaines.

Dans les limites de la zone torride, il ne grêle en aucun tems, ni sur la mer ni sur les plaines, mais bien quelquefois sur de très-hautes montagnes : je dis très-hautes, parce que la vallée de Quito, plus élevée que les plus hauts Pyrénées, n'éprouve jamais de grêle. Ainsi, en exceptant les sommités les plus élevées, on peut dire qu'il ne tombe jamais de grêle au Mexique, au Pérou, au Bresil, au Paragay, dans l'Asie méridionale, et moins encore dans la partie de l'Afrique qui gît entre les tropiques. On en a déjà donné la raison : c'est que dans les climats chauds, à moins que les nuages ne se déchargent sur des cimes neigées, qui abaissent autour d'elles la région glacée de l'atmosphère, il n'en

résulte jamais de grêle ; et que s'il en provient de nuages qui nagent assez haut pour cela au-dessus des plaines, c'est une grêle si petite, qu'elle descend lentement, et se fond dans les couches inférieures de l'air, fort loin encore de la terre.

Cette revue, quoique rapide, des phénomènes de la grêle dans les différens climats, fait assez connoître ce qu'on doit penser de l'application qui a été faite de la force glaçante de certains sels à la formation de ce météore. Sans affirmer que les principes salins soient trop pesans pour s'élever dans l'air, supposant, au contraire, qu'ils s'y élèvent en quantité suffisante pour geler les gouttes de pluie ; la fausseté de cette supposition se manifestera bientôt, en ce que l'on ne peut contester aux climats chauds d'être à-la-fois et plus abondans en sels par la décomposition plus prompte des corps qui en contiennent, et plus sujets à une forte évaporation à cause de l'intensité de la chaleur ; que, cependant, c'est précisément ceux sur qui il ne tombe de grêle que sur le sommet des plus hautes montagnes, où elle est même de la plus extrême ténuité. Si les sels ont formé là-haut cette grêle menue, pourquoi n'en

forment-ils pas plus bas où ils sont plus abondans, et où la chaleur, loin d'amortir, doit exciter leur activité, puisqu'on emploie le feu à seconder leur efficace dans les congélations artificielles ? D'ailleurs, si les sels entroient pour quelque chose dans la formation de la grêle, ils devroient se montrer, en petite quantité du moins, dans leur produit ; mais point du tout, ce produit n'est que de la pluie gelée et rien de plus.

Après les sels, pour former la grêle, on a eu recours à l'évaporation. Il y a environ trente ans qu'un chimiste ayant enveloppé un thermomètre d'un linge trempé dans de l'éther, la plus volatile de toutes les liqueurs, vit qu'à mesure qu'elle s'évaporoit, le mercure baissoit dans le thermomètre, et que de plusieurs degrés au-dessus de zéro où il montoit auparavant, il descendoit jusqu'à un ou deux au-dessous et s'y fixoit. Le même chimiste parvint à faire, en été, quelque peu de glace par le même moyen. Dès que ces expériences furent connues, on en conclut que puisque la prompte évaporation d'une liqueur produisoit en été une foible congélation, l'évaporation beaucoup plus prompte de l'eau

par la flamme des éclairs, devoit en produire une très-forte; que par conséquent on pouvoit se passer du froid de l'atmosphère pour produire la grêle; que ce froid ne pouvoit agir dans les basses régions de l'air, au lieu que l'évaporation par le moyen des éclairs, se faisoit dans les basses comme dans les hautes régions de l'atmosphère. Ainsi l'on se livroit à un système qui suppose que le feu électrique vaporise en un instant l'eau qu'il traverse, ce qui n'est pourtant point conforme à l'expérience, laquelle, au contraire, démontre qu'à la réserve de certains cas particuliers extrêmement rares, ce feu ne change pas sensiblement le volume des masses liquides qu'il a traversées. D'ailleurs, en accordant aux éclairs toute l'énergie qu'on leur supposoit pour vaporiser l'eau, ce seroit au Mexique et dans l'archipel du Mexique que la grêle devroit tomber et plus grosse et plus abondante, lorsqu'aux mois d'août et de septembre toute cette plage est en feu par les éclairs, que par-tout elle retentit du bruit du tonnerre, et que les nuées y versent l'eau par torrens.

Considérons à présent les plaines, col-

lines et montagnes qui entourent le bassin du lac de Genève ; et commençant par l'est, nous verrons que depuis le Bouveret, qui est au pied des montagnes du Valais, jusqu'à Villeneuve, le rivage du lac termine la vallée du Rhône, qui est là toute en plaine marécageuse : ensuite, depuis Villeneuve jusqu'au château de Chillon, le rivage du lac est encore plain ; mais vis-à-vis de ce château, construit sur un roc, environné d'eau de toutes parts, s'élève à pic une montagne qui laisse entre elle et l'eau la place d'un chemin à voitures. Cette montagne est le dernier chaînon d'une chaîne qui vient du canton de Fribourg.

Depuis le château de Chillon, l'on a toujours à sa droite de hautes collines, séparées du lac par une plaine fort étroite, jusqu'à ce qu'on soit à une petite lieue de Vevey : là, cette plaine cesse ; le rivage jusqu'à Lausanne n'est plus qu'une suite de côteaux rapides qui plongent dans l'eau, d'où ils se prolongent sur les terres en suivant la direction des tangentes à la courbure du lac, ce qui forme des rideaux de collines peu divergens les uns des autres. Au-delà

du Jorrat, qui est la dernière de ces collines, le rivage, jusqu'à Allaman, est beaucoup plus en plaine ; ce n'est qu'à une assez bonne distance du lac que le terrain se dispose en côteaux à pentes considérables.

Entre la pointe d'Allaman et Promentou, s'enfonce dans les terres un grand golfe de forme arrondie, entouré d'une plaine en pente douce, qui va se terminer à un côteau beaucoup plus rapide, au-dessus duquel s'élève brusquement la sommité du mont qu'on appelle *la Côte*. Ce mont a 1580 pieds de hauteur au-dessus du lac, et en suit le contour d'une manière plus franchement arrondie que ce contour même : il semble, à quelque distance, qu'on l'ait tracé au compas ; sa partie solide est de grès ; elle est couverte d'un prodigieux amas de terre, de sable et de pierres alpines.

De Promentou à Genève, le terrain monte depuis le rivage avec peu de pente ; et s'il se présente sur la route quelques côteaux plus rapides, comme ceux de Crau et de Pregni, leur direction est toujours parallèle à celle des eaux vis-à-vis. A Genève, le rivage du lac devient celui du

Rhône, il tourne avec ce fleuve à l'ouest; et de plat qu'il étoit, il va en s'élevant former la colline de S.-Gervais, sur laquelle est bâtie une partie de la ville. Tel est le bord du lac du côté de la Suisse; suivons-le du côté opposé.

Si depuis le Bouveret on va à Genève en longeant le lac du côté de la Savoie, on passe d'abord sous de très-hautes montagnes calcaires, qui, jusqu'à Meillerie, serrent le lac de si près, que le sentier suffit à peine pour faire la route à cheval. Au-delà de Meillerie, la grande montagne fait place à la haute colline de S.-Paul, qui lui est attenante, et se prolonge dans le même sens qu'elle, diminuant toujours de hauteur jusqu'au torrent de la Dranse, qui la tourne à son extrémité pour se jeter dans le lac. La surface de cette colline est parsemée de fragmens de granit et d'autres roches alpines; son intérieur est composé de grès, de sable, d'argile et de cailloux roulés, mis à découvert par les brèches qu'y a faites le torrent qui la côtoie.

Au-delà de la colline de S.-Paul, le lac est bordé d'un côteau en pente douce, qui s'étend jusqu'à Thonon et plus loin encore;

ce côteau est surmonté de la petite montagne des Alinges, qui suit la direction du lac, et tourne contre lui les escarpemens de ses couches. Enfin, avant d'arriver à la pointe d'Yvoire, on trouve le côteau de Boisy, parallèle au lac dans toute sa longueur, qui est d'une lieue et demie : sa largeur est de demi-lieue, et sa hauteur sur le lac de 1116 pieds. Ce côteau est composé, en majeure partie, de couches de grès, qui tournent contre le lac leurs escarpemens, et forment en quelques endroits des précipices de deux à trois cents pieds. La direction de celles de ces couches qui sont au levant, est plus est et ouest que la direction de celles qui sont au couchant, lesquelles prennent une pointe de sud comme fait le lac dans ce parage, où il tourne sensiblement au midi en se rapprochant de Genève.

Quoique le côteau de Boisy soit couvert d'une grande quantité de cailloux roulés et semé de fragmens de pierres alpines, on ne trouve pourtant aucune de ces pierres dans l'intérieur des couches de grès qui le composent ; et cette exclusion n'est pas particulière à ces grès ; elle porte sur tous ceux de la vallée du lac, qui, soit en plaine,

soit sur les côteaux, sont couverts de sable, de terre, de cailloux roulés, et en général de débris de roches alpines.

Depuis Yvoire, les bords du lac sont en pente douce; ils se relèvent à une grande demi-lieue de Genève, et présentent le côteau de Cologny, au-delà duquel, en s'approchant de la ville, ils se rabaissent, tournent de plus en plus à l'ouest, et vont former la colline sur laquelle est située la majeure partie de la ville, à gauche du Rhône sortant du lac, et vis-à-vis du quartier de S.-Gervaïs, construit sur la colline de ce nom, de l'autre côté du fleuve.

Ce que nous avons dit des collines de S.-Paul et de Boisy, qu'elles se prolongeoient selon la direction du lac vis-à-vis d'elles, n'étoit pas exclusivement vrai de ces collines : depuis la tour Ronde, non loin de l'extrémité orientale de la colline de S.-Paul, jusqu'à Genève, c'est-à-dire par une distance de neuf lieues, le lac, du côté de la Savoie, est bordé de collines de grès et de cailloux roulés, toutes dirigées parallélement à la partie des bords du lac qu'elles ont en face, et les montagnes qui les enserrent, à une distance du lac d'en-

viron deux lieues, observent dans leur prolongement le même parallélisme aux rivages qui leur sont opposés.

Du côté de la Suisse, les côteaux de Moutru, de Blonay, de Lavaux, se prolongent aussi dans le sens des bords du lac qui sont vis-à-vis d'eux ; mais la côte a ceci de particulier, qu'elle contourne d'une simple colline le grand golfe du lac au-dessous d'elle ; ce n'est pas, comme à Lavaux, une suite de côteaux divers qui changent de direction avec les bords qui leur correspondent ; c'est un seul côteau, tourné en arc de cercle, plus franchement que le rivage qu'il environne.

Plus loin, les côteaux de Prangin, de Cran, de Divonne, en un mot tous les côteaux situés entre le lac et le Jura, s'étendent en longueur parallélement au lac. Le Jura lui-même suit cette direction ; et au-delà du bassin du lac, jusqu'à ce que le Rhône sorte de la vallée par le pas de l'Ecluse, tous les côteaux, de part et d'autre de ce fleuve, tels que Chaloux, Confignon, Chouilli, Chalex et autres, ont ceci de commun, qu'ils s'alongent parallélement

aux

aux montagnes de Salève et du Jura, entre lesquelles ils sont situés.

Voilà donc un accord de direction entre les rivages du lac, les collines qui le bordent et les montagnes qui ferment la vallée. En voici un de forme entre ces mêmes collines; c'est que toutes celles dont les couches supérieures sont composées de matières meubles, c'est-à dire de terres, sables et pierres détachés, présentent à l'œil des formes arrondies, telles que le mouvement des eaux les donneroit à des éminences cachées sous elles. Or presque toutes les collines dont nous parlons sont de ce genre; il n'y a guères que le côteau de Boisy qu'il faille en excepter, eu égard au moins à son côté nord, dont les couches solides sont coupées à pic. On trouveroit peut-être encore d'autres collines qui, portant jusqu'à leurs sommités des couches de grès ou de pierres calcaires, présenteroient des formes planes et anguleuses; mais par-tout où elles seroient revêtues de terres, sables, cailloux roulés et autres matières meubles et détachées, l'impression des eaux sur ces matières, et son influence sur leur arrangement,

s'y manifesteroient de la manière la plus sensible.

Il n'est pas nécessaire de rassembler un plus grand nombre de faits, pour croire, avec Saussure, que lorsque la mer couvroit cette partie du globe, un courant descendoit de la vallée du Rhône dans celle du lac, et la traversoit selon toute sa longueur; car les hautes montagnes de S.-Gingouph et de Meillerie qui terminent les Alpes à l'extrémité orientale du lac, pourquoi ne seroient-elles pas suivies de montagnes moins hautes, si le courant dont nous parlons n'eût empêché ces montagnes additionnelles de se former, et de maintenir, là comme ailleurs, la loi de continuité? Ce courant, serré d'abord du côté de la Savoie par les montagnes qui s'y trouvent, entraînoit dans sa course tous les débris dont il étoit chargé; d'où vient que les bancs calcaires qui tapissent le fond du lac dans ce parage, sont encore nus et à découvert. Mais, plus loin, les efforts qu'il faisoit pour s'élargir ayant fait diverger les côteaux qui se formoient sur sa rive droite, il perdoit de sa vitesse à raison de son élargissement, et laissoit tomber sur ses bords

et sur son lit même les matières meubles qu'il charioit avec lui, et qui se voient encore aujourd'hui sur les lieux où il les a déposées.

Hasardons une conjecture ; c'est que le courant dont il est question, avoit un tournant dans la partie par laquelle le grand lac confine au petit. Trois observations favorisent cette conjecture : la première, que les côteaux qui bordent le petit lac sont beaucoup plus rapprochés que ceux qui bordent le grand lac ; la seconde, que la direction du petit lac fait un angle d'environ soixante degrés avec la direction du grand lac ; et la troisième, que la colline de la côte qui borde le lac du côté de la Suisse, est si bien tournée en arc de cercle, qu'on diroit qu'elle a été tracée au compas. Il suit de la première de ces observations, que les eaux du large canal ayant à suivre leur cours par le canal étroit, devoient être refusées en partie à l'entrée de celui-ci, et refluer sur elles-mêmes ; il suit de la seconde, que les eaux qui passoient du grand dans le petit canal, ayant tourné par un arc de soixante degrés avant d'emboucher le petit canal, étoient toutes disposées à se

mouvoir circulairement; enfin, la troisième semble fournir la preuve oculaire qu'une force circulante a façonné la colline de la côte; et l'on sait que l'eau, comme l'air, est susceptible de tourbillonner.

A la suite de cette conjecture, j'en produirai une seconde, savoir, que le banc du Travers, ou l'exhaussement du fond du lac à son extrémité près de Genève, s'est formé de l'énorme quantité de débris que dut déposer dans ce détroit le courant extraordinaire qui traversa la vallée du lac, lorsqu'une cause puissante ayant déplacé le centre de gravité des eaux de la mer, les contraignit d'abandonner les continens actuels, et de se jeter sur les plages du monde qui, de nos jours, en sont inondées. Il n'est pas encore tems d'assigner cette cause; j'observe seulement que dès qu'on admet avec les physiciens, qu'il fut un tems où la mer s'étendoit sur les terres que nous habitons, il faut qu'il y en ait eu un autre où elle les a laissées à découvert.

Voici donc une question à résoudre : ce déplacement des mers s'est-il fait par une révolution subite et violente, ou s'opère-t-il par uné progression lente et insensible?

Comme dans cette section même je déciderai en faveur d'une révolution subite et violente, je dis d'avance qu'en la supposant telle, les eaux de la mer durent s'écouler par les pentes alors existantes, et entraîner avec elles une quantité de débris proportionnée à leur masse et à leur vîtesse. Or, par-tout où ces débris rencontrèrent une colline en opposition à leur débacle, ou deux collines convergentes, qui, les serrant de plus en plus, les mettoient en appui les uns contre les autres, circonstances qui se trouvent réunies à l'extrémité du lac de Genève, il dut en résulter des engorgemens et atterrissemens tels que le banc du Travers. Je conviens qu'on pourroit aussi considérer ce banc comme le produit de dépôts lents et successifs que le grand courant de mer qui traversoit notre vallée auroit chariés avec lui pendant qu'il sillonnoit un océan tranquille, encore en équilibre sur cette partie du globe; mais ce qui me détermine à le rapporter à l'effusion même de l'océan, c'est non-seulement la grandeur de l'effet à produire, mais encore cette particularité, que le banc du Travers étant coupé brusquement et en ligne droite d'une

rive à l'autre ; ces deux circonstances paroissent indiquer une cause violente qui, tout d'un coup, cesse d'agir, plutôt qu'une cause lente dont les effets sont moins tranchés. Que ce soit, au reste, à l'une ou à l'autre de ces causes, ou à toutes les deux ensemble, qu'il faille attribuer la formation du banc du Travers, toujours sera-t-il le produit des courans de mer ; en sorte qu'il peut et doit être considéré comme un monument de l'état où l'océan laissa cette partie du globe pour se transporter ailleurs.

Un autre vestige des courans de la mer, qui prouve que les montagnes qui environnent notre vallée étoient jadis, sous l'océan, ce qu'elles sont aujourd'hui hors de son sein, ce sont les ornières que ces courans ont laissées sur les rochers de Salève, sur ceux de plusieurs montagnes du Jura, et sur ceux du Mole.

Saussure, fortement incliné à croire qu'un courant de mer a sillonné notre vallée, tant parce qu'il voit dans ce courant la cause efficiente de la forme et de la direction de nos côteaux, que parce qu'il y trouve la raison suffisante d'une multitude de dépôts de terre, de sable et de cailloux roulés,

cherche sur les rochers de Salève, coupés à pic du côté où ils ont dû serrer le courant dont il s'agit, s'il n'y trouveroit point les vestiges d'érosions faites par ce courant même : et en effet, il y voit des excavations plus ou moins considérables ; les unes de quatre à cinq pieds de largeur sur une longueur double et triple et une profondeur d'un à deux pieds ; les autres, de dimensions à-peu-près semblables : il observe que ces excavations sont dans le sens du courant qu'il s'agit de constater ; qu'on ne peut les attribuer ni aux injures de l'air, dont les impressions sur la roche excavée sont insensibles, ni aux eaux de pluie, qui ne peuvent que mouiller et non ronger la pierre à cette profondeur ; il résout les difficultés que présentent d'autres excavations qui ne sont pas dans le sens des précédentes, en les attribuant aux remoux qui sont fréquens sur le bord des courans. Il fait mention de troisièmes excavations sur la face des rochers qu'il considère, lesquelles ne sont pas rectilignes mais circulaires ; elles ont plusieurs pieds de diamètre, deux à trois pieds de profondeur, et leurs bords sont arrondis en forme de bourlets. Or on conçoit

qu'aussitôt que la forme extérieure et superficielle d'un rocher a déterminé les eaux d'un courant à circuler sur une de ses parties, ces eaux peuvent à la longue y produire un enfoncement pareil à ceux qui viennent d'être mentionnés; la circulation de l'eau dans un trou de rocher au bord d'un courant, naît de la différence des vîtesses du courant à inégale profondeur, et se perpétue par la même cause : la pression des eaux supérieures sur les inférieures serre de toute sa force l'espèce de *vis* liquide qui agit tant sur les parois que sur le fond de l'excavation commencée, et celle-ci en devient de plus en plus profonde. Saussure justifie sa manière de voir, en ajoutant que les bancs calcaires de Salève présentent à leur surface les mêmes apparences que celles qui se font remarquer sur les rochers entre lesquels certaines rivières sont encaissées ; d'où il conclut finalement, que le courant de mer qui a longé notre vallée dans les anciens tems, a laissé de véritables traces de son existence sur les rochers de Salève.

Par rapport au Jura, il dit que les rochers de cette chaîne qui bordent la vallée de notre lac ne sont point favorables à la re-

cherche des vestiges de l'ancien courant qui a dû y couler; qu'ils ne sont pas nus et coupés à pic comme ceux de Salève; qu'au contraire, ils sont en pentes modérées, revêtues de forêts ou de prairies qui permettent rarement de voir la surface même du roc: mais qu'en divers endroits de l'intérieur du Jura, il a vu sur les rochers découverts et taillés à pic, des traces d'anciens courans d'un grand volume et d'une grande force; il cite en exemple la vallée d'Ornans, certains rochers sur la route de Béfort à Porentrui, et le passage de Pierre-Pertuis.

Quant au Mole, qui, depuis Genève, se présente sous la forme d'une pyramide, parce que l'œil du spectateur s'y trouve à-peu-près dans la direction suivant laquelle cette montagne se prolonge de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, Saussure dit que les rochers qui le flanquent de part et d'autre de son prolongement, paroissent avoir été rongés par les courans de mer qui l'ont côtoyé dans le sens de sa plus grande longueur.

Ce n'est donc pas sur les rochers d'une seule montagne, mais de plusieurs, que les courans de la mer ont laissé des traces de leur

passage. De plus, les caractères de ces traces conviennent si bien à la cause qu'on leur assigne, qu'ils sollicitent un grand degré de confiance en cette cause, et persuadent, que plusieurs érosions de rochers, qu'on auroit pu négligemment attribuer aux injures de l'air, sont l'effet de véritables courans. Aussi Saussure n'hésite-t-il pas de prononcer que les grottes de l'Hermitage ou les excavations horizontales, profondes de trente pieds, neuf fois aussi longues, et hautes de sept à huit pieds, qui sont sur la face à pic du petit Salève, ont été creusées par le courant qui traversoit notre vallée dans sa longueur.

Il va plus loin, et dit que la gorge même de Monetier, ou la large et profonde échancrure qui sépare le grand du petit Salève, a aussi été formée par un courant de mer, qui descendant des Alpes par la vallée de l'Arve, venoit se jeter dans la nôtre. Il en voit la raison dans la correspondance des couches du grand à celles du petit Salève, laquelle suppose une contiguité originelle des unes aux autres, et une séparation subséquente par la force érosive des eaux courantes. Mais à cette opinion l'on peut en

opposer une autre, savoir, que l'échancrure entre le grand et le petit Salève a toujours existé; que le même courant qui, suivant Saussure, l'auroit ouverte, dut empêcher que, dans la place qu'elle occupe, il ne se formât jamais des bancs calcaires ou de toute autre espèce de pierre. Et de la contrariété de ces deux opinions sur le fait dont il s'agit, naît cette question générale, savoir: *lorsque deux hauteurs à la surface de la terre, sont séparées par un vide, et que les couches de l'une, fictivement prolongées jusqu'à celles de l'autre, s'abouchent avec elles une à une, l'espace intermédiaire a-t-il toujours été vide, ou fut-il un tems auquel une substance solide le remplissoit?*

Pour traiter cette question, nous poserons préliminairement en fait que les hauteurs dont il s'agit se sont formées sous la mer: nous supposerons ensuite, premièrement, que l'espace entre ces hauteurs fut originairement garni de matière solide, assemblée à la même date que celle de ces hauteurs; qu'après cela, les courans de la mer ayant dirigé leurs efforts contre le massif intermédiaire, le détruisirent au point

qu'il ne resta à sa place que le vide actuel. En second lieu, et contradictoirement, nous supposerons que ce vide a toujours existé, et que les courans de mer empêchèrent constamment qu'il ne se remplît jamais. Celle de ces suppositions qui, après mûr examen, se trouvera le plus conforme aux phénomènes et à la nature des choses, méritera à ces deux égards la préférence.

Et d'abord, suivant la première, une montagne se forme de couches continues; puis vient un courant qui s'ouvre un passage au travers de ces couches, et celles d'une part se trouvent en correspondance avec celles de l'autre part : cela se conçoit très-bien ; c'est même la première idée qui se présente.

Quant à la seconde supposition, imaginez que pendant que la montagne se forme, un courant passe tout au travers, et emporte avec lui les matériaux nécessaires pour en former le noyau ou la partie moyenne ; cette partie ne se formera pas, ses extrêmes seuls se construiront, et les couches de l'un correspondront aux couches de l'autre : il n'y a rien là non plus de difficile à concevoir ni de surnaturel. Ainsi, au premier coup

d'œil, l'une de ces suppositions vaut l'autre ; elles satisfont également aux phénomènes. Voyons si, en examinant les choses de plus près, la parité se soutiendra.

Si l'on ne peut contester que l'eau en mouvement a la faculté de ronger les pierres, on ne peut nier non plus qu'un courant de mer, capable d'entr'ouvrir un front de rochers de plusieurs centaines de toises en hauteur, largeur et profondeur, ne soit une chose trop extraordinaire pour n'inspirer aucune défiance ; d'autant plus que les eaux d'une grande mer ne paroissent pas devoir s'aheurter si fort contre les obstacles, mais plutôt, en vertu de leur liquidité, les biaiser et poursuivre leur course selon la direction où elles trouvent le moins de résistance. Outre cela, le courant auquel on attribue l'embrasure faite dans une montagne, pourquoi n'auroit-il pas empêché qu'aucun massif ne se formât jamais dans le lieu qu'occupe cette embrasure ? De plus encore, les montagnes constituées de manière qu'on dût attribuer leurs échancrures à la force érosive des eaux courantes, sont en si grand nombre, que puisqu'une seule de ces échancrures, par la grandeur de ses

dimensions, peut faire soupçonner d'insuffisance la cause qu'on lui assigne; à plus forte raison, toutes réunies peuvent-elles rendre cette cause infiniment suspecte. « Plusieurs montagnes du Jura, dit Saussure, sont composées de couches en forme » de demi-voûte, montant d'un côté en » pente douce, et présentant de l'autre un » précipice taillé à pic, comme Salève du » côté de Genève : nombre de vallées de » cette chaîne sont situées entre deux ri- » deaux de montagnes qui ont cette cons- » truction, et se présentent mutuellement » leurs faces escarpées; on croit même » apercevoir quelque correspondance entre » les couches de ces montagnes opposées; on » diroit qu'elles furent anciennement unies » par un massif intermédiaire, ou que ce sont » les moitiés d'une montagne fendue de haut » en bas, lesquelles se sont écartées pour » faire place à la vallée qu'elles renferment ».

Cette description ne dit-elle pas que ce seroit donner aux courans de la mer une trop forte tâche, que de leur faire ouvrir, au travers des montagnes et des rochers, de si nombreuses vallées, la plupart si larges, si longues et si profondes? Combien

n'est-il pas plus vraisemblable que ces courans, en sillonnant le fond des mers, y ont de tout tems maintenu leur place, et empêché, comme il a été dit, que des bancs de pierre quelconque ne se formassent jamais dans le fil de leur eau, sans toutefois mettre obstacle à ce qu'il s'en construisît sur leurs bords, et que leurs couches d'une part correspondissent à celles de l'autre part.

Mais voilà que nous retombons sur la correspondance des couches de montagne à montagne, phénomène qui, malgré tout ce que nous en avons pu dire, paroît s'expliquer moins bien dans la supposition que nous venons de défendre, que dans celle que nous avons presque rejetée ; c'est pourquoi, afin de traiter ce point essentiel avec plus de soin, nous observerons en général que les couches terrestres sont fort étendues. On a déjà vu que celles entre Boulogne et Modène, par une distance de cinq lieues, ne changent point; que celle de neuf lieues carrées, qui couvre le Fallun de Touraine, est par-tout la même ; on verra dans la suite, que celles qui couvrent les mines de Vieliska en Pologne, sont les mêmes sur une profondeur de deux cents

pieds, une longueur de six mille pieds, et une largeur de deux mille. Ces couches s'étendent même jusqu'à Bochnia, autre mine de sel à cinq lieues de distance, sans paroître éprouver de changement que dans leur plus ou moins d'épaisseur, la nature des substances restant toujours la même.

De ces observations, auxquelles on ne seroit pas embarrassé d'en ajouter de semblables, sans trop pouvoir en alléguer qui leur fussent bien contraires, on est en droit de conclure que non-seulement chaque couche terrestre est très-étendue, mais que tout un système de couches posées les unes sur les autres, règne fort au loin, et ne fait place à un autre qu'à de grandes distances. Or, il suit de là que lorsque des couches se forment sous la mer, les eaux, à un grand éloignement, sont chargées des mêmes principes, et les déposent sur des fonds étendus en proportion; que par conséquent, si la plage qui reçoit ces dépôts, est traversée par un courant, il y tombe comme si ce courant n'existoit pas, excepté que sur son passage, le mouvement de l'eau entraînant les matières déposantes, rompt la continuité des couches,

couches, et les laisse de part et d'autre telles que s'il n'eût pas existé. De cette manière, la correspondance des couches est la même que si elles se fussent formées sur un fond de mer calme par-tout, et qu'ensuite un courant y eût fait la même brèche que celui qui les traversoit lors de leur formation. C'est ainsi qu'un canon est le même, soit qu'après l'avoir fondu en masse on le perce avec un foret, soit qu'au moment même de la jetée en fonte, un corps solide introduit dans le moule empêche le métal de couler dans la place destinée à en devenir l'ame.

Ajoutons que quelle que soit la correspondance des couches de montagnes en opposition les unes aux autres, le mot *correspondance* ne réveille pourtant point à leur égard une idée suffisamment précise et déterminée en tout point. Elle l'est assez communément par rapport aux substances qui composent les hauteurs opposées entre elles ; ce sont des graviers, des terres, des sables, des craies ou des rochers de même nature : mais par rapport au nombre des couches, à la situation et à l'épaisseur de ces couches, rien d'un côté n'est bien

semblable ou pareil à ce qui est de l'autre. Aussi, quand on affirme la correspondance de deux montagnes opposées, on est loin de se croire obligé à justifier que les couches de l'une sont en même nombre que celles de l'autre, que leurs épaisseurs sont respectivement égales, ou que celles d'une part, en croissant proportionnellement à la distance, iroient rencontrer celles de l'autre part avec même épaisseur qu'elles : ce n'est point d'une exactitude semblable qu'il est alors question ; il ne s'agit que d'aperçus qui se rapportent bien aux idées exactes, mais s'en éloignent pourtant à beaucoup d'égards, comme je vais le démontrer.

La grande chaîne du Jura, longue de soixante-dix à quatre-vingts lieues, recèle dans son intérieur un massif de couches calcaires verticales, qui en est le mur central. De part et d'autre de ce mur s'élèvent en appui contre lui des couches latérales plus ou moins inclinées à l'horizon. Celles d'un côté regardent le point du ciel diamétralement opposé à celui que regardent celles de l'autre côté. Communément ces couches prennent, en montant, une courbure plus ou moins forte ; quelquefois elles sont planes,

ce qui diversifie la forme des montagnes qui en résultent, et donne à leur section transversale, tantôt la figure d'une parabole ou autre courbe semblable, tantôt la figure d'un chevron. Il arrive assez fréquemment aussi que les couches qui revêtent la face orientale ou occidentale d'une de ces montagnes, surmontent les couches de la face opposée, en sorte qu'on voit alors à découvert la terminaison des couches qui n'ont point d'antagonistes, et qu'une des moitiés de la montagne surpasse et domine l'autre. Or, supprimez par la pensée le mur central de cette chaîne ; et vous aurez des demi-montagnes opposées à couches correspondantes, dont plusieurs cependant ne se correspondront point : remettez à sa place le mur central, vous aurez un noyau qui ne correspondra ni aux couches de la droite, ni aux couches de la gauche ; et cependant, le système qui explique la correspondance des couches de hauteurs opposées, par la continuité antérieure de ces couches, attribue cette correspondance même à un noyau : voyez si les noyaux en sont des entremetteurs bien sûrs et fidèles.

J'en ai dit assez, ce me semble, pour

être autorisé à conclure de plus fort et en définitif, que les deux causes qui se sont offertes de la correspondance des couches de quelques montagnes séparées par des vallons plus ou moins larges, sont possibles en elles-mêmes ; mais que celle qui suppose un massif réunissant jadis les montagnes opposées, n'a opéré que bien rarement, tandis que l'autre a produit des effets sans nombre.

Quelle que soit cependant celle de ces deux causes qui a séparé le grand du petit Salève, et ouvert le vallon de Monetier, elle avoit déjà fait son opération lorsque les eaux de la mer se retirèrent ; car, non loin du débouché de ce vallon, et au pied des rochers taillés à pic du grand Salève, il existe un entassement énorme de débris pierreux de toute espèce, qu'on ne peut attribuer qu'au courant qui, descendant des Alpes par la gorge de Monetier, venoit se jeter avec sa charge dans le grand courant de la vallée du lac ; celui-ci le repoussant, lui faisoit verser ses dépôts un peu au-delà de son embouchure, sur la place où ils sont aujourd'hui. C'est Marc-Augustin Pictet qui a fait le premier cette observa-

tion : elle s'accorde bien avec ce que nous annoncions au début de cette section, que les choses sont restées à la surface de la terre à-peu-près dans l'état où elles étoient lorsque l'Océan y changea de situation.

En vue de nouvelles preuves de cette vérité, nous allons prendre en considération le passage par lequel le Rhône sort de la vallée du Lac. Ce passage, qu'on nomme *l'Ecluse*, est une coupure tout au travers de la grande chaîne du Jura, fort près de son extrémité sud-ouest ; en sorte que le Rhône laisse à sa droite presque toute la grande chaîne du Jura ; et à sa gauche, le dernier chaînon de cette chaîne, qu'on nomme *le Vouache*. Plus loin, sa rive droite est bordée par *le Crédo*, puis par une plaine d'environ un quart de lieue de large : sur sa gauche, il est serré par les rochers du Vouache, dans lesquels il est profondément encaissé jusque tout près de Seissel, sur une distance de sept lieues et demie, à compter depuis l'entrée de l'Ecluse.

Vis-à-vis de cette entrée la sommité du Vouache a quatre cents toises d'élévation au-dessus de la surface du Rhône ; celle du Jura en a cinq cents : l'une est distante

de l'autre de 1250 toises. La pente du Jura sur le Rhône, qui coule au bas, est plus rapide que celle du Vouache; en sorte que quoique le Jura soit de cent toises plus haut que le Vouache, une ligne droite tirée de sa sommité au pied de sa pente, ne seroit pas plus longue qu'une droite tirée de la sommité du Vouache au pied de la sienne. Enfin, la longueur du passage de l'Écluse, depuis son entrée jusqu'à sa sortie au pont de Bellegarde, dans l'endroit où le Rhône dépasse le Crédo, est de trois mille toises en ligne droite; sa largeur peut s'estimer à trente toises, dont partie occupée par le lit du fleuve, et partie par une voie charrière qui passe à côté.

D'après ces données, assez rapprochées de la vérité, j'ai évalué le vide entre les montagnes qui bordent le passage de l'Écluse, à 866,856,000 toises cubes. D'où il suit que, supposé que ce vide eût été rempli antérieurement par des rochers, puis rendu à l'état de vide par la force érosive des eaux courantes; il faudroit que cette force eût emporté un massif de 866,856,000 toises cubes de pierre calcaire. Cette conclusion n'est pas trop en faveur de la sup-

position d'où elle dérive ; elle n'est pas non plus une démonstration de sa fausseté : c'est pourquoi nous regarderons encore comme indécise la question, *Quel est l'agent qui a ouvert le passage de l'Écluse entre les montagnes qui le bordent ?*

Saussure s'est fait aussi cette question, et y a répondu que faire intervenir un tremblement de terre qui auroit rompu et englouti un massif de rochers tel que celui que nous venons d'estimer, ce seroit s'exposer au reproche bien mérité de recourir à un prodige pour expliquer une chose toute naturelle. En effet, ce seroit attribuer aux feux souterrains une force qu'ils ne déploient jamais à nos yeux, et qui, lors même qu'il y en auroit des exemples, laisseroit toujours cette difficulté à résoudre, qu'autour du lieu où le tremblement de terre auroit fait son explosion, l'on ne voit ni rochers fracassés, ni bouleversemens, ni décombres ; c'est-à-dire, qu'aux environs du passage de l'Écluse, on n'aperçoit sur les rochers, ni bris, ni fracture, ni dérangement ; qu'ils sont disposés par couches continues, régulières, parallèles les unes aux autres, et dans l'ordre, en un mot, qui s'observe par-tout

où l'on ne voit ni ne soupçonne les plus petits effets d'un tremblement de terre.

Saussure imagine donc une autre cause efficiente du passage de l'Écluse ; il dit que les eaux auront commencé à verser par-dessus les montagnes lorsqu'elles étoient encore jointes, et que petit-à-petit elles s'y seront creusé un lit à la profondeur où il est aujourd'hui. Ce qui le détermine en faveur de cette opinion, c'est la correspondance des couches du Vouache à celles du Jura, correspondance qui consiste en ce que les unes et les autres montent de l'est contre l'ouest sous un angle d'environ soixante-quinze degrés, qu'elles coupent l'horizon dans la direction du nord au sud, qui est aussi celle du Vouache et du Jura dans cet endroit, et que, prolongées, celles d'une part iroient rencontrer celles de l'autre part en croisant le fleuve à angles droits. Voici donc une occasion nouvelle de peser les conséquences qui dérivent de la correspondance des couches de montagnes opposées.

Nous avons déjà vu qu'en thèse générale cette correspondance, loin d'établir que les montagnes où elle se fait apercevoir

aient jadis été jointes par un massif intermédiaire, puis séparées par la force érosive des eaux courantes, laissoit, au contraire, une grande probabilité en faveur de l'opinion que cette eau courante même avoit de tout tems mis obstacle à leur conjonction. Présentement nous allons voir que dans le cas particulier dont il s'agit, ce n'est pas une probabilité, mais une certitude, que jamais le Jura et le Vouache n'ont fait corps ensemble; qu'au contraire, ils ont toujours été séparés par un espace vide.

Je ne répéterai pas ce que j'ai dit de la prodigieuse érosion qu'il faudroit attribuer aux eaux courantes dans le système opposé à celui que je défends; mais j'observerai que, dès qu'on s'est convaincu qu'un courant de la plus grande force couloit dans notre vallée selon sa longueur pendant qu'elle étoit encore sous les eaux de l'Océan, l'on ne peut disconvenir que ce courant n'eût une issue quelque part, vu que s'il n'en avoit point eu, il auroit cessé de couler. Cela est vrai, nous dit-on; mais cette issue avoit lieu par-dessus la montagne du Vouache. Je réponds que cette montagne ayant près de quatre cents toises d'élévation au-dessus

du sol, et trois cent soixante au-dessus du lac, ce n'étoit pas par-dessus son sommet que le courant se seroit déchargé, mais une lieue plus près par-dessus le mont de Sion, qui ferme notre vallée du côté sud-ouest, et qui s'abaisse en quelques endroits jusqu'à n'avoir plus que cent toises de hauteur sur le niveau du lac. On ne voit cependant aucun vestige de courans sur cette montagne, ou plutôt cette grande colline en pente douce, qui n'a de remarquable que sa belle uniformité.

Puis donc que notre grand courant ne passoit pas et n'a jamais passé par-dessus le mont de Sion, il faut que de tout tems il ait trouvé par l'Ecluse une issue plus profonde que celle que ce mont lui auroit offerte, c'est-à-dire qu'il faut que cette issue fût creusée plus bas que cent toises sur le niveau du lac; et dès-lors, je ne vois pas pourquoi l'on se refuseroit à croire qu'elle étoit creusée à-peu-près aussi bas qu'elle l'est aujourd'hui.

Cependant, pour ne pas recevoir à titre de concession ce qui peut s'exiger de droit, je dis qu'après avoir reconnu que le grand courant de notre vallée avoit influé sur les

formes et sur la direction des collines hautes et basses qui s'y rencontrent, qu'après nous être persuadés qu'il avoit contourné et façonné les bords du bassin de notre lac, nous ne pouvons contester qu'il couloit sur la surface même de la plaine. Or, un cours si bas exige un débouché tout aussi bas, sans quoi il faudroit que l'eau allât en montant jusqu'à ce débouché : mais on ne conçoit pas mieux des courans permanens qui aillent sous la mer en sens contraire de la pesanteur, qu'on ne les conçoit sur la terre; il paroît même que ce mouvement de l'eau éprouveroit sous la mer une opposition de plus que sur la terre, savoir, celle qui résulteroit de la densité du liquide dans lequel il se perpétueroit.

Ainsi tout nous prouve et démontre que jamais le passage de l'Ecluse n'a été fermé par des rochers qui liassent le Vouache au Jura, et que de toute ancienneté le grand courant qui sillonnoit notre vallée dans sa longueur, s'y fit et s'y conserva une issue pour passer outre. En sorte que voilà un exemple en fait de ce qu'on avoit déjà si bien établi en thèse générale, que la correspondance des couches de montagnes

opposées, ne suppose point un noyau par l'entremise duquel elle se soit effectuée.

Que penserons-nous donc de ce qui s'est dit anciennement et se répète depuis des siècles, que la Sicile a été séparée de l'Italie par un tremblement de terre ou une irruption violente de la mer ; que l'Angleterre, jointe jadis à la France de Douvre à Calais, lui a été arrachée par un coup de mer ; et que de même l'île de Chypre a été enlevée à l'Asie mineure, l'île de Ceylan à la grande presqu'île de l'Inde, et d'autres îles encore à d'autres continens ? Toutes ces révulsions présumées d'après la ressemblance des couches de terre, de sable ou de pierre d'un rivage à l'autre, n'ont pas plus de réalité que la révulsion de toutes les montagnes et collines qui présentent des couches correspondantes : ce sont de part et d'autre des faits supposés et des suppositions pour les expliquer. Mais ici l'on fait agir la lime sourde des eaux courantes ; là, c'est l'effort puissant des coups de mer secondés par des tremblemens de terre à discrétion. Des tremblemens de terre renversent des édifices ; on en a vu qui ont fait glisser sur sa pente la première enveloppe d'un côteau,

d'autres ont mis à découvert de petits lacs, en faisant succomber la croûte qui les déroboit à la vue : mais briser des rochers et fendre des montagnes, rompre et engloutir des massifs d'une lieue de profondeur sur plusieurs lieues de long et de large, ce sont des prodiges que l'imagination seule peut enfanter. Si l'on y croit, c'est qu'à des esprits subjugués par l'amour du merveilleux, une ombre de vraisemblance tient lieu de preuve. Je préférerois à toutes ces merveilles terribles, la merveille unique de Leibnitz, qui veut que notre terre ne soit qu'un globe fracassé par l'éruption en tous sens de son feu central.

Mais quittant le merveilleux pour revenir au naturel, essayons de résoudre la question que nous nous étions proposée plus haut. *L'Océan change-t-il de situation sur la terre par une progression lente et insensible, ou par une déportation soudaine et violente ?*

Deluc allègue contre une progression lente et insensible de l'Océan ; que les débris de plantes et d'animaux marins et terrestres qui se sont conservés dans la terre, ne

sont point tous indigènes des lieux où ils se trouvent ; qu'il y en a presque autant d'étrangers que de naturels au climat sous lequel on les déterre ; que par conséquent on n'admettroit que la mer les a déposés lentement sur ses bords, qu'en supposant qu'elle y laisse à-la-fois ce qui s'y trouve et ce qui ne s'y trouve pas. Il observe de plus, qu'il est extrêmement rare de découvrir des plantes, soit marines, soit terrestres, réunies à des coquillages pétrifiés, ce qui pourtant devroit arriver fréquemment, si la mer cheminoit lentement sur le globe; parce que, laissant toujours sur ses bords des coquilles plus ou moins environnées de végétaux marins et terrestres, ceux-ci, ou tout au moins leurs débris, devroient se retrouver dans la terre avec elles lorsqu'on les y découvriroit.

Ces objections portent indifféremment contre tous les systèmes qui font voyager la mer à pas lents sur la surface du globe; mais chacun de ces systèmes a de plus contre lui les difficultés résultant de la cause qu'il assigne au mouvement de la mer : ainsi celui de Buffon, qui l'attribue à l'attraction de la lune et du soleil, n'ex-

plique point comment la mer, en vertu de cette attraction, changeroit son niveau de manière à couvrir, dans un tems, des montagnes qui, dans un autre, s'élèveroient à plus de deux mille toises au-dessus d'elle.

Cet illustre naturaliste ne s'est pas mis à l'abri de cette difficulté dans les *Epoques de la Nature*, où cessant d'attribuer à la mer la formation des montagnes primitives, il prétend que ce ne sont que des boursouflures produites par le feu : car, bien qu'au moyen de ce système il se soit débarrassé de la construction des montagnes primitives par l'intervention de la mer, toujours est-il resté chargé de lui faire construire les montagnes secondaires, dont plusieurs s'élèvent pourtant de passé 1,500 toises au-dessus de son niveau. D'ailleurs, connoît-on quelque matière moins boursouflée que les granits? où voit-on dans leur intérieur les vides formés par le fluide élastique qui les boursoufloit? leur substance, sinon liquide, du moins molle et flexible lorsqu'elle a été boursouflée, comment prit-elle, en passant à l'état solide, des formes terminées par des arêtes vives, des pics et des aiguilles? Si le feu faisoit

repasser les granits à un état de fusion parfaite ou imparfaite, ils en sortiroient tout autres qu'ils ne sont aujourd'hui : d'où vient qu'après avoir subi cette épreuve, ils sont tels que nous les voyons ?

Avant la théorie de Buffon, pour déplacer les mers, on avoit imaginé de faire cheminer les pôles de la terre sur sa surface, en sorte que l'équateur, qui en est toujours éloigné de 90 degrés, y changeoit aussi de position, et avec lui tous ses parallèles. Moyennant cette supposition, la force centrifuge, qui est d'autant plus grande sur les différens points de la terre qu'ils sont plus près de l'équateur, élevoit inégalement les mers, en divers tems, sur les mêmes parties du globe, les inondoit quand l'équateur se rapprochoit d'elles, les mettoit à sec lorsqu'il s'en éloignoit. L'objection dirigée contre le système de Buffon, n'atteignoit donc pas celui-ci ; mais il restoit en butte à une autre, fondée sur ce que, sous l'équateur actuel, il y a des montagnes qui renferment des couches coquillières : car les montagnes ainsi placées, étant à leur moindre élévation au-dessus de la mer, il faudroit qu'elle y eût déposé des coquilles

coquilles sans avoir jamais pu y atteindre. De plus, ce système ne peut justifier des changemens de position qu'il attribue à l'axe de la terre ; les observations astronomiques n'en disent rien, et la théorie n'indique aucune force résultant de l'attraction des corps célestes, qui puisse faire tourner la terre sur un autre axe que celui sur lequel elle tourne aujourd'hui.

On n'a pas proposé d'autres hypothèses en faveur du déplacement successif et insensible de l'Océan. Celles qu'on pourra proposer dans la suite, auront toujours à se défendre contre les objections du célèbre Deluc ; à faire conster d'un déplacement insensible de la mer, que jusqu'à présent les observations n'ont point fait connoître, et à se pourvoir des forces nécessaires pour effectuer ce déplacement. C'est pourquoi, considérant d'avance toutes ces hypothèses comme autant d'erreurs plus ou moins ingénieuses, n'ignorant pas d'ailleurs qu'un déplacement quelconque de la mer est prouvé par les faits, je conclus que puisqu'il ne s'est pas fait lentement, il a dû se faire avec promptitude ; que sa cause a été violente, et qu'elle a cessé d'agir

immédiatement après avoir produit son effet. C'est ce que je vais appuyer sur des preuves directes résultant des phénomènes.

Qu'un villageois voie des cailloux roulés répandus sur la plaine, et des fragmens de rochers épars çà et là dans les campagnes, il ne se demandera pas si ces pierres, grosses ou petites, et détachées du sol, ont toujours existé sur la place qu'elles occupent; ou s'il se le demande, il répondra que les cailloux qui se jettent de côté et d'autre, et qu'on charie avec les terres, peuvent bien être venus d'un autre lieu, mais que les fragmens de rochers sont trop gros pour avoir été apportés d'ailleurs ; que par conséquent ils sont là depuis qu'ils existent, comme les montagnes dans leurs chaînes, et les îles sur la mer. Il y a en effet de ces fragmens qui sont de dix, vingt et jusqu'à cinquante toises cubes : le plus gros de ceux qu'on voit sur le côteau de Boisy, approche fort, pour la figure, de celle d'un parallélépipède rectangle de 22 pieds de haut sur 26 de long et 18 de large, c'est-à-dire que son volume est de 47 $\frac{2}{3}$ toises cubes : son poids, estimé dans son rapport avec un pareil

volume d'eau, est de $10{,}296 \times 75 \times 3 =$ 2,316,600 livres, ou 23,166 quintaux.

On a long-tems raisonné comme le villageois; mais enfin il est venu des hommes qui ont vu plus clair dans ces matières. Saussure, en particulier, y a répandu de grandes lumières par ses observations et ses réflexions. Ceux, dit-il, qui, parcourant les montagnes, sont remontés aux sources des torrens qui en descendent, ont pu voir que les pierres qui se détachent des rochers sont terminées par des pans à vives arêtes tant qu'elles restent sur place; mais que si l'eau les emporte et les roule quelque tems sous ses flots, elles y perdent leurs pans, leurs angles et leurs aspérités, pour prendre des formes arrondies et un poli qu'elles n'avoient point auparavant. Quelque part donc que se trouvent des cailloux roulés, c'est à leur déportation par des eaux courantes, ou au roulis que les vents leur ont fait éprouver sous des eaux non courantes, qu'il faut attribuer leur poli et leurs formes actuelles; d'où il suit que quand on voit sur le terrain des cailloux roulés, on peut être incertain s'ils ont été roulés sur place par une eau surincombante, ou s'ils l'ont été en venant

de loin, poussés par une eau courante. Saussure résout cette incertitu le, en observant que les pierres ne croissent point dans la terre comme les truffes et les champignons; que leur véritable lieu natal, ce sont les bancs de rochers solides inhérens au sol, qui s'étendent sous les plaines et sur les montagnes; en sorte que si l'on en rencontre une qui ait tous les caractères propres à certains rochers, on peut être sûr que c'est de quelqu'un d'entre eux qu'elle tire son origine. Mais, ajoute-t-il, les galets que nous voyons dans nos campagnes, ne sont que très-rarement de la nature des grès ou des couches calcaires qui constituent le fond de notre vallée; sur cinquante, il n'y en a presque pas un qui ne soit une pierre alpine : donc ils ont été chariés par des eaux courantes depuis les Alpes jusque sur nos campagnes.

Quant aux fragmens de rochers qui sont épars çà et là dans les vallées, sur les collines et même sur certaines montagnes aux environs des Alpes; que ce soient des granits, des schites, des poudingues, des marbres même, toujours est-il certain que ce sont des pierres alpines, tant par les traits de ressemblance qu'ils ont avec

les rochers des Alpes, que par les traits de dissemblance qui les distinguent des pierres propres aux lieux sur lesquels ils reposent. D'ailleurs, ils ont tous les caractéres que l'eau laisse imprimés sur les cailloux qu'elle a entraînés dans sa course ; je veux dire, que leurs contours sont arrondis, et leur surface unie comme celle d'un corps auquel le frottement a donné le premier poli dont il est susceptible. Outre cela, il est infiniment rare de trouver un de ces fragmens isolé ; ils sont presque toujours plusieurs ensemble; et dans le nombre, les uns sont d'une espèce, les autres d'une autre : preuve qu'ils n'ont pas été formés sur place, mais apportés de loin par une force quelconque qui les a pris en différens lieux. Enfin, ils sont plutôt à découvert que sous terre, parce que lorsqu'ils furent emportés avec des amas de terres, sables et graviers, leur poids dut bien les tenir ensevelis sous ces décombres, pendant que le torrent qui les charioit eut la force de les entraîner ; mais que du moment où cette force lui manqua, il en conserva pourtant assez pour balayer bien vîte les menus débris dont ils étoient surchargés.

Que si, malgré ces raisons, il restoit encore quelques doutes sur l'origine des fragmens de rochers qui nous occupent, Saussure les dissiperoit par celles de ses observations qui sont relatives aux lieux où ces fragmens se trouvent en plus grand nombre, à ceux où ils se trouvent en moindre quantité, et à ceux où l'on n'en aperçoit plus. De ses observations, il résulte, en général, que le terrain est d'autant plus couvert de fragmens de granit et de pierres alpines quelconques, qu'il est plus en face de quelque vallée des hautes Alpes, et que d'elles à lui les avenues sont plus libres et débarrassées d'obstacles : qu'au contraire, un terrain est d'autant moins semé de ces blocs, qu'il regarde plus obliquement les vallées des Alpes, et que d'elles à lui de plus grands obstacles et en plus grand nombre s'opposent au passage des corps solides; qu'enfin si ces obstacles sont insurmontables, aucun fragment de granit ou d'autre roche alpine ne se présente au-delà : que c'est la raison pour laquelle il n'en existe aucun sur les pentes du Jura, au revers de celles qui regardent les Alpes, tandis que sur celles-ci, l'on a une chance d'en trouver

depuis leur pied jusqu'à des hauteurs de 3 à 400 toises au-dessus.

Nous faisions voir tout-à-l'heure comment il étoit arrivé que la mer, en se retirant, avoit laissé à la surface du sol la plupart des fragmens de rochers qu'elle entraînoit avec elle, et nous observions en même tems que ces fragmens se trouvent encore dans la même situation : voilà donc une nouvelle preuve que l'état des choses n'a pas fort changé sur les continens depuis qu'ils ont été mis à découvert par la retraite de l'Océan. Cela est évident, pour ceux au moins qui attribuent aux eaux courantes le transport des pierres hors de leur lieu natal ; mais ceux qui le donnent au feu ne pouvant voir de même, il importe de leur démontrer que ce n'est point cet élément qui a lancé au loin les fragmens de pierres alpines qui sont semés autour des montagnes dont ils sont originaires.

Et en effet, si c'étoit le feu, il faudroit qu'il eût projeté jusqu'à douze et quinze lieues de distance des rochers d'une et plusieurs toises cubes. Or, quand la résistance de l'air auroit été nulle, et l'angle de projection le plus favorable à un si grand jet,

c'est-à-dire de 45 degrés; le rocher, pour tomber à quinze lieues, auroit dû partir avec une vîtesse triple de celle d'un boulet de canon au sortir de la pièce; il auroit dû monter à 3 $\frac{1}{5}$ lieues de hauteur perpendiculaire, et retomber sur la terre avec sa vîtesse première. Mais les volcans, dans leurs éruptions les plus violentes, ne jettent pas des pierres grosses comme des noix à demi-lieue de distance; mais la force nécessaire pour donner à un rocher de plusieurs toises cubes trois fois la vîtesse d'un boulet sortant du canon, mettroit ce rocher en pièces; ou si elle le laissoit dans son entier, son poids et sa vîtesse, lorsqu'il retomberoit à terre, l'y enfonceroient à une grande profondeur, à moins que d'autres rochers ne le fissent sauter en éclats tout hérissés de pointes et de tranchans, qu'on ne voit cependant sur aucun de ces fragmens. On n'y voit pas non plus des traces de feu; on n'en voit pas même sur les Alpes ni autour des Alpes; il n'y a ni cendres, ni laves, ni matières volcaniques quelconques. Ce n'est donc pas le feu qui, depuis ces montagnes, a lancé leurs rochers sur les plaines environnantes.

Outre cela, dans l'intérieur du pays qu'oc-

cupent les Alpes, on ne trouve point de matières étrangères au local; tout ce qu'on y rencontre, ce sont des rochers sur place ou des débris de ces rochers. Or si c'étoit le feu qui eût projeté au loin les fragmens de roches alpines qui se font remarquer sur les plaines et dans les vallées, il auroit pu lancer aussi, depuis la plaine et les vallées, des matières qui auroient atteint les hautes régions des Alpes, et l'on devroit, par conséquent, les y trouver : on ne les y trouve point; donc ce n'est pas le feu qui a projeté autour des Alpes les fragmens de rochers qu'on y rencontre; donc c'est l'eau qui les y a entraînés, parce que, tombant d'en haut, elle doit produire cet effet, mais ne peut, comme le feu, lancer sur les montagnes les matières de la plaine et des vallées.

Ainsi, toutes les circonstances relatives au transport des pierres alpines hors de leur lieu natal, s'accordant à rejeter le feu et à admettre l'eau comme cause de ce phénomène, il s'ensuit que les fragmens de rochers des Alpes, dispersés en si grand nombre et à de si grandes distances autour de ces montagnes, sont demeurés en témoignage de ce que la mer ne s'est point retirée

de dessus nos continens d'une manière lente et imperceptible, mais soudaine et violente.

Il a été question plus haut d'un phénomène qui mérite attention : Saussure nous dit que les grès qui composent le côteau de Boisy ne renferment aucun corps étranger ; qu'en particulier l'on n'y voit pas un caillou roulé, pas une pierre alpine, quoique le côteau en soit couvert : il ajoute que cette observation s'étend aux grès qui basent en divers endroits notre vallée et ses collines ; que, quelque chargés qu'ils soient de pierres alpines, grosses ou petites, ils n'en recèlent pas une dans leur intérieur.

Il suit de là que les sables dans lesquels consiste presque toute la matière de ces grès, se sont accumulés dans un tems où la mer n'entraînoit pas par-tout, comme elle l'a fait depuis, des débris de rochers des Alpes ; ce qui ne veut pourtant pas dire que ses courans n'en chariassent point avec eux, mais seulement que leur étendue sur le fond de la mer, et en particulier l'étendue de leur cours rapide, étoit trop petite relativement au reste de ce fond, pour que les pierres qui s'y trouvoient, supposé qu'elles se fussent arrêtées sur des sables, et incor-

porées ensuite aux couches de grès qui en résultèrent, offrent une chance suffisante de les y retrouver, vu le peu d'étendue de ces couches, comparativement à celles où jamais des cailloux roulés n'eurent d'accès.

Il suit encore de l'observation de Saussure, que ce n'est qu'à une effusion générale et universelle de la mer qu'on peut attribuer la dissémination des pierres alpines sur tous les lieux qui ne sont ni trop éloignés des Alpes ni séparés d'elles par de hautes montagnes; que par conséquent cet événement date du jour auquel l'Océan déserta nos continens; et que puisque les traces qu'il a laissées de sa désertion n'ont pas été effacées par des révolutions postérieures, qu'au contraire elles sont encore toutes manifestes, l'état actuel des continens est le même que celui dans lequel ils sortirent du sein des mers, modifié cependant par les impressions que dut y laisser la retraite de ces mers mêmes, et par les changemens qu'y ont apportés depuis les injures du tems.

Le contenu de cette section, aux digressions près, peut se résumer sous les trois chefs suivans : le premier, que les choses

sont à la surface de la terre, à-peu-près ce qu'elles étoient lorsqu'elle fut mise à découvert par le déplacement des mers ; le second, que la correspondance des couches de montagne à montagne et de côte à côte, ne prouve point que ces montagnes ou ces côtes aient jamais été réunies par un massif intermédiaire ; le troisième enfin, que lorsque la mer se retira de dessus nos continens, sa retraite fut soudaine et violente.

SECTION VI.

Il suit de l'état présent des Alpes, que les continens se sont formés sous la mer, et en sont sortis à-peu-près tels que nous les voyons aujourd'hui. Cela se prouve par l'inclinaison des montagnes secondaires contre les chaînes primitives qu'elles côtoient; par la forme et la situation du Mont-Blanc; par les atterrissemens qui se trouvent par-tout où les vallées s'élargissent; et enfin par la correspondance des angles saillans aux angles rentrans des vallées étroites. Divers phénomènes allégués en preuve de grandes subversions à la surface du globe, ne prouvent point ce qu'ils devroient prouver.

Les grands phénomènes que présente la vallée du lac de Genève, viennent de nous conduire à cette conclusion, que les terres continentales sont sorties de dessous les flots de la mer à-peu-près telles qu'elles sont aujourd'hui. Voyons si cette vérité ne se manifestera point dans les Alpes par des

phénomènes plus grands encore et plus démonstratifs.

Au centre de ces montagnes s'élève le Mont-Blanc, à la hauteur de 2450 toises au-dessus du niveau de la mer. La chaîne dont il fait partie est à-la-fois centrale et longitudinale : centrale, parce qu'elle passe par le centre de tout le système; longitudinale, parce qu'elle se dirige selon la longueur de ce système, à-peu-près du nord-est au sud-ouest. A sa droite et à sa gauche s'élèvent d'autres chaînes longitudinales, coupées à angle droit par des chaînes transversales ; en sorte que le tout ensemble a quelque rapport à un ouvrage fait en échiquier. On imagine bien cependant que les chaînes qui composent ce tout, ne suivent pas à la rigueur les alignemens qu'on vient de leur donner, qu'elles s'en écartent par diverses inflexions, et que ces inflexions changent d'autant la direction des vallées longitudinales et transversales, bordées, les premières, de deux chaînes longitudinales; les secondes, de deux chaînes transversales : d'où vient que si l'inflexion est assez fortement prononcée, il en résulte des vallées obliques, inclinées d'une quantité angulaire

plus ou moins grande, les unes à des vallées longitudinales, les autres à des vallées transversales.

Dans les Alpes, comme dans les autres grands systèmes de montagnes, l'Atlas, le Caucase, l'Ural, etc., l'on voit les granits de toute espèce et les schîtes ou roches feuilletées occuper le centre du système; les ardoises se montrent à côté, suivies des produits calcaires et des grès, dont la quantité augmente à mesure qu'on s'avance du centre à la circonférence. C'est là l'ordre de choses qu'on indique d'ordinaire en disant que les montagnes primitives sont plus près du milieu, et les secondaires plus voisines des extrémités; expressions qu'il ne faut pourtant pas prendre à la rigueur, comme si le genre primitif, après avoir cédé la place au genre secondaire, ne reparoissoit plus : au contraire, les chaînes longitudinales primitives sont entremêlées de chaînes longitudinales secondaires; celles-là, beaucoup plus hautes, à cimes plus aiguës et plus dentelées; celles-ci plus basses et à sommités moins découpées. Il n'est même pas vrai que les chaînes primitives ne contiennent rien de secondaire : Vild a tra-

versé la chaîne centrale, la plus primitive de toutes, en marchant continuellement sur des produits secondaires; d'où il paroît qu'une chaîne est qualifiée de primitive ou de secondaire, selon que l'un ou l'autre genre y domine, et non point parce qu'il y existe seul. Et il en est de même d'une montagne prise à part : si sa base, son noyau et ses principaux feuillets sont du genre primitif, on la rapporte à ce genre sans préjudice des ardoises, des produits calcaires et des grès qui peuvent s'y rencontrer.

Ayant ainsi modifié la signification des mots *primitif* et *secondaire*, en tant qu'ils s'appliquent à une montagne, à une chaîne de montagnes, et à tout un système de montagnes, afin qu'on ne les prenne point dans un sens rigoureux ou absolu, mais relatif, qui n'emporte que la prédominance du genre énoncé sans exclure l'autre; j'entre en matière par une observation tout-à-fait propre à Saussure, savoir, que les montagnes secondaires qui bordent la chaîne centrale, et en général les montagnes secondaires qui bordent une chaîne primitive quelconque, sont inclinées contre elle et lui présentent des couches ascendantes. Les montagnes

montagnes secondaires sont tellement assujetties à cette situation par rapport aux chaînes primitives qu'elles côtoient, que lorsque la chaîne primitive change de direction, elles en changent d'autant, et conservent ainsi à son égard le même aspect et la même inclinaison. Plusieurs rangées même de ces montagnes secondaires se conforment si uniformément à cette situation relativement à la chaîne primitive la plus voisine, qu'il semble que ce soit à l'envi les unes des autres ; si bien que Saussure les compare à une foule qui s'élance vers un lieu donné pour voir ce qui s'y passe ou prêter l'oreille à la voix qui s'y fait entendre.

La grande supériorité des couches primitives, tant par rapport à la largeur des bases qu'à l'épaisseur des entablemens et à la hauteur des pics, ne permet pas de douter qu'elles ne se soient formées sous l'Océan avant les montagnes secondaires, que du moins elles ne s'y fussent déjà fort élevées, lorsque celles-ci y jetèrent leurs premières racines. Mais une autre preuve que les montagnes primitives ont précédé les montagnes secondaires, c'est que le genre primitif n'est jamais assis sur le se-

condaire, au lieu que très-souvent le secondaire repose sur le primitif. Or cela posé, il est aisé de comprendre qu'une châîne primitive défend sa droite par sa gauche, de manière que le flot qui surgit sur l'un de ses flancs incline vers lui toutes les éminences qui naissent au fond de la mer de ce côté-là, et qu'il ne détruit point par sa retraite tout l'effet de son approche, tant parce qu'il n'est pas renvoyé avec autant de force qu'il en a mis à frapper, que parce qu'ayant versé en partie par dessus l'obstacle, ses forces en sont d'autant diminuées. Par conséquent, les montagnes secondaires qui se sont formées de part et d'autre d'une chaîne primitive postérieurement à elle, ont dû prendre à son égard la même inclinaison à-peu-près que la masse liquide surgissant contre ses flancs, et se trouver dans toutes les circonstances de position où nous les voyons ; ce qui, en même tems qu'il confirme l'opinion que c'est bien au sein des mers que toutes ces montagnes se sont formées, démontre qu'elles sont encore aujourd'hui dans la même situation où elles étoient lors de leur formation.

Il n'est pas jusqu'à la cime du Mont-Blanc qui, sur ses formes et dans sa position, ne porte l'empreinte d'une production marine; élevée au-dessus de tout ce qui l'environne, elle a dû prendre sous les eaux la figure qui résultoit de leur mouvement : leur mouvement se dirigeoit d'orient en occident; elle se prolonge en effet d'orient en occident. C'est une arête sur laquelle deux personnes ne pourroient marcher de front; elle demeure parallèle à l'horizon sur une longueur assez considérable, puis elle s'incline de 28 à 30 degrés, tant vers l'est d'une part que vers l'ouest d'autre part. La pente qui montant du sud vient s'y terminer comme un pan de toit à sa frête, n'est pas inclinée à l'horizon de plus de 15 à 20 degrés; celle qui s'y termine en montant du nord est beaucoup plus rapide; l'angle qu'elle fait avec l'horizon est de 45 à 50 degrés. Or, comme cette arête dévie un peu de la direction précise est et ouest, qu'elle est de quelques degrés de l'est par sud, à l'ouest par nord; il s'ensuit que le flanc nord de la montagne soutenoit obliquement l'effort du mouvement général de la mer d'orient en occident, et en éprouvoit des érosions

continuelles ; tandis que le côté sud, parfaitement à l'abri de ce courant, restoit enflé de toutes les matières qui s'y versoient, et se disposoit par-là même en pente douce, fort rapprochée du site horizontal.

Si de cette sommité, la plus élevée de l'ancien monde, nous descendons dans les vallées, nous verrons les plans des couches de rochers qui les bordent couper toujours l'horizon parallélement à la direction de ces vallées, et monter d'un de leurs côtés comme de l'autre, vers le même point du ciel. Les exceptions à cette loi sont très-rares. Saussure cite le mont Ru, au bord de la vallée de Ferret, comme dirigeant ses couches de manière qu'elles s'écartent de 34 degrés du cours de la vallée ; il rapporte aussi qu'en faisant chemin dans la vallée par laquelle on va de la cité d'Aoste à Yvrée, il avoit trouvé, un peu au-delà du village de Nuz, les plans des couches qui bordent la vallée du côté droit inclinés contre le midi, et ceux qui la bordent du côté gauche inclinés contre le nord. La surprise qu'il en témoigne prouve combien c'est une chose extraordinaire ; en sorte qu'on doit regarder les deux rapports de situation dont on vient

de parler, comme aussi constans et invariables que puisse l'être toute espèce de circonstance qui n'est pas à l'abri des accidens.

Mais une relation constante d'une chose à une autre, un rapport entre elles qui ne se dément prèsque jamais, exige une cause tout aussi constante et invariable de laquelle ce rapport dérive; et cette cause se trouve ici dans les courans qui se mouvoient au fond des vallées, lorsqu'elles étoient encore sous l'Océan; car il est de toute évidence qu'un courant dessine ses bords comme il est dessiné lui-même; que ceux-ci l'accompagnent sans cesse, soit qu'il coule en ligne droite, soit qu'il se plie et replie en divers sens.

Mais, dira-t-on, vous parlez comme si les courans dont il s'agit étoient bordés de matières meubles et désunies, prêtes à céder au moindre effort, tandis que ce sont des rochers inhérens au sol, capables de résister aux chocs les plus violens. — Je réponds que ces rochers n'étoient point formés au moment dont je parle, et que s'ils se sont élevés ensuite au bord de cette eau courante, c'est par le concours de

leurs élémens constitutifs; élémens si petits, qu'ils cédoient encore mieux au flot, que le gravier, les sables et le limon des rivières.

Demandez-vous pourquoi ces élémens pierreux, disséminés dans l'eau de la mer, n'y demeuroient pas séparés les uns des autres, mais se réunissoient pour former des couches de rochers; je vous réponds que des sels fondus dans une tasse d'eau, s'y cristallisent par l'évaporation, et même sans le secours de l'évaporation, uniquement par le repos du liquide dans lequel ils sont dissous. Repliquez-vous que dans une eau courante comme celle au bord de laquelle les rochers en question se sont formés, il n'y a point de repos: mais il suffit d'une éminence au fond de cette eau, pour procurer sous son abri une stagnation plus ou moins parfaite; et dès-lors vous avez un foyer de réunion pour les élémens pierreux: il s'y forme un noyau; ce noyau est le commencement d'une couche qui s'étend toujours dans le même sens, parce que sa partie déjà formée au sein du courant, produit plus loin au-dessous d'elle le calme nécessaire à l'ascension de nouvelles parties cristallisantes.

Demandez-vous encore pourquoi cette couche prolongée dans le sens du fil de l'eau, s'élève perpendiculairement ou obliquement sur l'horizon : je vous réponds que son élevation droite ou oblique dépend des premières assises de la matière pierreuse ; qu'on voit aussi les cristaux proprement dits faire des angles différens sur leur base rocailleuse, et qu'il n'est pas douteux que chacun ne doive l'inclinaison qui lui est propre à la situation accidentelle des premiers feuillets de sa base.

Mais pourquoi, dites-vous, tant de couches parallèles les unes aux autres? C'est qu'une couche une fois formée, celles qui se forment ensuite lui sont superposées, et que des couches superposées les unes aux autres sont nécessairement parallèles. Or, la superposition des couches est une suite de ce qu'elles sont l'effet conjoint de la cristallisation et de la pesanteur, qui entraîne et fixe les corps grands et petits sur les tables solides qui peuvent les soutenir.

Vous ne vous rendez point encore ; vous dites que la pesanteur combinée avec la cristallisation, peut bien avoir été cause du parallélisme des couches d'un des côtés

de la vallée, mais que le parallélisme de celles-ci ne peut avoir occasionné celui des couches du côté opposé. Je vous réponds que dès qu'une couche a pu se former au bord d'un courant dans une eau profonde, cette eau, plus ou moins agitée, trouve dans cette couche un obstacle à ses mouvemens, lequel tend à les réduire tous au parallélisme avec cette couche même, en sorte qu'il devient sinon le principe, du moins le régulateur d'une force motrice capable de conformer à la ronde la situation des couches naissantes à la situation des couches déjà formées, la situation des couches d'un bord de la vallée à la situation des couches de l'autre bord.

Vous résistez toujours : vous avez lu dans les *Voyages sur les Alpes*, que depuis la cime de Fieut, Saussure, embrassant un horizon immense de montagnes, dit expressément que « la direction des vallées » ne lui parut avoir aucun rapport constant » avec celle des couches ; qu'il voyoit » celles-ci tantôt parallèles, tantôt obliques, » et même à angle droit des vallées » ; et vous en concluez que l'observation consignée dans ses deux premiers volumes, du

parallélisme entre la direction des couches et la direction des vallées qui leur sont interposées, souffre beaucoup plus d'exceptions qu'il ne l'avoit pensé d'abord ; que par conséquent, tout ce que nous venons de dire de la formation des couches au bord des courans de mer, par voie de dépôt et de cristallisation, tombe en ruines, attendu qu'il repose sur le parallélisme constant ou à-peu-près constant des vallées aux couches qui les bordent.

A cela je réponds que lorsque du sein même d'une vallée on observe les couches qui la bordent, on peut fort bien juger de l'angle sous lequel la direction de la vallée coupe la direction des couches ; mais que lorsqu'on considère de loin ces deux alignemens, on ne peut estimer au juste l'inclinaison de l'un sur l'autre.

Je réponds de plus que les observations desquelles Saussure avoit d'abord conclu que les plans des couches qui bordent les vallées, coupent l'horizon parallélement à la direction de ces vallées ; ne reçoivent aucune atteinte de l'observation subséquente faite par lui-même sur la cime de Fieut ; et je le prouve.

Une vallée transversale s'ouvre toujours entre deux montagnes appartenant à l'un des côtés d'une vallée longitudinale, et laisse l'une de ces montagnes à sa droite, et l'autre à sa gauche. Or, si c'est un fait que les couches qui bordent une vallée longitudinale se dirigent dans son sens, c'en est un aussi qu'elles sont perpendiculaires à la vallée transversale qui en dérive. Saussure a donc pu voir des vallées dont la direction étoit coupée à angle droit par la direction de leurs couches ; il en a pu voir aussi dont la direction étoit oblique à celle de leurs couches, parce qu'un angle droit vu en perspective, peut se présenter sous tous les degrés possibles d'obliquité.

Ainsi, l'observation faite par lui depuis la cime de Fieut, n'est point en opposition avec celles qu'il avoit faites précédemment; elle se borne à faire mieux sentir la nécessité de restreindre aux vallées longitudinales le parallélisme constant de leur direction à la direction des couches qui les bordent, et à ne l'attribuer aux vallées transversales, que lorsque, sur ce fait, il n'y a pas concurrence entre elles et les vallées longitudinales. Du reste, loin d'af-

foiblir, elle fortifie les raisons qu'on a eues de croire que les couches qui bordent les vallées, se sont formées au bord de courans de mer, puisque toutes les fois que deux courans de forces inégales se sont disputé auquel des deux il appartiendroit d'imprimer sa trace sur certaines couches, ç'a toujours été le plus fort qui l'a emporté sur le plus foible, le courant de la vallée longitudinale qui a prévalu sur le courant de la vallée transversale. Or, la supériorité des courans qui passoient par les vallées longitudinales, résulte tant de leur longueur et largeur que de la plus grande conformité de leur cours avec le mouvement de la mer d'orient en occident. « Il est » curieux de voir, dit Saussure, deux grands » fleuves, tels que le Rhin et le Rhône, » prendre leur source aux deux extrémités » d'une vallée longitudinale parallèle à la » direction des couches qui la bordent ; » car cette direction est la même dans toute » l'étendue et des deux côtés de la vallée, » à l'exception de quelques irrégularités qui » ne méritent aucune attention ». Ces irrégularités n'auroient-elles point lieu principalement à l'origine des vallées transver-

sales, où le courant qui les enfiloit devoit contourner un peu à sa manière les couches qui sans lui auroient été exactement parallèles à la vallée longitudinale ?

En attendant qu'on vérifie cette conjecture, je dis qu'après avoir résolu les objections proposées, tant contre la réalité du fait que les couches sont parallèles aux vallées qu'elles bordent, que contre l'explication que j'en ai donnée au moyen des dépôts et de la cristallisation des matières pierreuses, qu'après avoir montré de plus avec quelle précision cette cause est adaptée à la production de tous ses effets ; je suis en droit de conclure qu'effectivement les couches qui bordent les vallées se sont formées sous l'eau, pendant que les vallées mêmes étoient autant de canaux sillonnés par des courans de mer.

Ce n'est pas seulement par les couches qui les bordent que les vallées témoignent de ce fait merveilleux ; les atterrissemens situés à leurs débouchés, à leurs confluens, dans les coudes qu'elles forment, et en général dans tous les endroits où elles s'élargissent, en sont autant de preuves positives : car il est certain que lorsque

le lit des fleuves s'élargit, leur vîtesse diminue, et avec elle leur action sur le gravier, les sables et le limon qu'ils entraînent; que, par conséquent, ces matières, plus abandonnées qu'auparavant à leur propre poids, s'entassent principalement sur les lieux où le calme est plus grand, c'est-à-dire, dans les coudes de ces fleuves mêmes, au-dessus et au-dessous de leurs confluens, et sur leurs rives droite et gauche, lorsqu'elles divergent considérablement l'une de l'autre.

Nous lisons dans les voyages de Saussure, qu'un peu au-delà de l'Argentière, au confluent des eaux de l'Arve et des Montets, s'élève une colline de 3 à 400 pieds au-dessus de ces eaux; que cette colline est toute composée de sable, d'argile et de cailloux roulés. Voilà donc une colline située au concours de deux vallées, dont on ne peut attribuer la formation aux torrens de cinq à six pieds de profondeur qui lavent aujourd'hui son pied, mais bien à des courans incomparablement plus profonds, c'est-à-dire, à des courans de mer; car jamais, sur ces hauteurs, il n'y eut la quantité d'eau douce nécessaire à un fleuve, et sur-tout à

un fleuve qui en seroit descendu avec la rapidité d'un torrent.

Aussi un jeune naturaliste, persuadé que la colline des Montets et toutes les collines conditionnées de même au sein des Alpes, étoient l'ouvrage des courans de mer, prévenu d'ailleurs que ces collines recèlent une grande quantité de terre végétale, avoit-il bâti avec confiance, sur ces données, le système que la retraite de la mer de dessus nos continens s'étoit faite graduellement et avec la plus grande lenteur.

En effet, disoit-il, supposez que la mer se soit abaissée lentement et successivement; vous verrez le Mont-Blanc, le Mont-Rose, le Finster-Aar et toutes les montagnes des Alpes paroître les unes après les autres comme autant d'îles au milieu de la mer; ces îles peu élevées, jouissant d'un climat doux et tempéré, produiront des plantes d'espèces diverses, dont les débris se transformeront en terre végétale, laquelle, entraînée à la mer par les ruisseaux et les torrens, se déposera en divers lieux, et formera, avec d'autres matériaux, dans l'intérieur des vallées, les collines que nous y voyons aujourd'hui.

Il ne manque à cette théorie que la quantité de terre végétale dont les collines des Alpes devroient être composées en grande partie ; mais celle même des Montets, que le jeune homme indiquoit comme devant en recéler davantage, n'en contient point; par conséquent, la preuve qu'il donnoit d'une retraite lente et graduelle de l'Océan croule par sa base, et laisse subsister la conclusion par nous prise plus haut, que c'est avec violence et comme tout-à-coup que la mer a déserté nos continens.

Long-tems avant qu'il fût question de la terre végétale contenue dans la colline des Montets, et du système bâti sur cette fausse supposition, Saussure, allant de Sallenche à Servoz, avoit observé que vis-à-vis de la montée de Chède, et de l'autre côté de l'Arve, s'élevoit une colline haute de 150 à 200 pieds, toute composée de sable et de débris pierreux, chariés par un torrent voisin ou par des torrens plus considérables qui occupoient autrefois le lit de ce torrent même. Il n'y avoit donc pas plus de terre végétale dans cette colline que dans celle des Montets; mais sa hauteur et sa masse,

si disproportionnées au torrent qui baigne aujourd'hui sa base, obligeoient déjà Saussure à rapporter sa formation à des courans beaucoup plus considérables que ce torrent.

Dans son voyage de S. Pierre à Martigny, Saussure, après avoir passé la Drance, rencontre une colline toute composée de terre de sable et de blocs de granit, à l'occasion de laquelle il remarque qu'on ne distingue rien dans la terre qu'elle contient, qui puisse prouver que c'est une terre végétale, ou qu'elle ait été déposée au fond de l'eau dans un tems où les cimes des Alpes auroient été des îles peu élevées au-dessus de la mer ; il rappelle ensuite la théorie du jeune homme dont nous avons parlé d'après lui, et fait sentir, par la composition de cette seconde colline, combien il est inutile de chercher dans celles du ressort des Alpes, aucun fait qui vienne à l'appui de cette théorie.

Du reste, si la colline dont il vient d'être question ne réveille pas dans l'esprit de Saussure l'idée de courans de mer, le spectacle qui se présente à lui, depuis le côteau qui est entre Yvrée et les Alpes, la réveille

avec

avec d'autant plus de force. Du haut de ce côteau, considérant l'entrée de la Val-d'Aoste, flanquée à l'est par le mont Saint-André, et à l'ouest par le mont Arnoun, il voit que chacune de ces montagnes sert de point d'appui à une colline composée en entier de débris de la chaîne des Alpes, et que ces deux collines vont en divergeant se perdre au loin dans les campagnes, précisément comme si elles eussent été formées par un torrent furieux, qui débouchant par la Val-d'Aoste, auroit déposé de droite et de gauche, à l'issue de cette vallée et jusqu'à une lieue plus loin, les débris dont il étoit chargé. « Je ne sais, s'écrie-» t-il, si je ne me fais point illusion ; mais » il me semble, qu'à moins d'avoir des at-» testations de témoins oculaires, on ne » peut pas imaginer de monumens qui » prouvent la vérité d'un fait avec plus » d'énergie ».

A ces preuves si fortes de ce qu'il n'est aucune vallée dans les Alpes qui n'ait été le lit d'un courant de mer, ajoutons celle qui résulte de l'observation de Bourguet, comparée à une certaine circonstance du cours

des rivières ; et à cet effet, commençons par faire connoître cette circonstance.

Le lit d'un fleuve, depuis sa source jusqu'à la mer, n'offre rien d'uniforme et de régulier, sinon qu'à quelques exceptions près, ses rives sont parallèles entre elles. D'où il suit qu'à chaque détour du fleuve, si ce détour est curviligne, la courbe qui le termine d'une part, tourne sa convexité vers le même côté que la courbe qui le termine de l'autre part; que par conséquent, si l'une de ces convexités regarde la terre, l'autre regarde la rivière : que de même, si le détour s'effectue par deux courses rectilignes en forme de coude, les droites qui terminent ce coude extérieurement tournent leur pointe contre la terre, les droites qui le terminent intérieurement tournent la leur contre l'eau courante ; qu'ainsi, l'angle compris entre les premières est saillant, par rapport au lit du fleuve ; l'angle compris entre les secondes est rentrant, par rapport à ce lit même.

Telle est la circonstance du cours des rivières qu'il falloit caractériser et mettre sous les yeux : elle est, comme on voit, susceptible des formes rectiligne et curvi-

ligne; mais sous l'une comme sous l'autre, elle se réduit à saillie d'un côté et retraite de l'autre ; en sorte qu'au moyen de ces mots *saillie* et *retraite*, rien n'auroit manqué à son expression générale. Cependant, les premiers qui l'ont prise en considération, ayant mieux aimé indiquer ses deux modes par l'un d'entre eux que par ce qu'ils avoient de commun, il est arrivé qu'à leur exemple, on a énoncé par les termes de correspondance entre les angles saillans et rentrans des rivières, ce qu'il auroit été plus exact de rendre par ceux de saillie et retraite des rivières à chacun de leurs détours.

Après ces éclaircissemens, je passe à l'observation de Bourguet, et je dis que s'il étoit vrai que les vallées dussent leur formation aux courans de mer, que s'il étoit vrai que sur les bords de ces courans, l'eau, imprégnée de matières lapidifiques, les eût déposées de manière qu'elles côtoyassent le courant et le suivissent dans toutes ses sinuosités, il devroit se faire que les vallées, mises à découvert, manifestassent dans leurs contours le même dessin que les fleuves et les rivières; que par-tout on y vît les angles saillans correspondre à des angles rentrans.

Or, c'est ce que Bourguet prétendoit avoir observé le premier dans toutes les vallées des Alpes, et ce qu'après lui Buffon dit avoir vu de même. Mais non-seulement Saussure rejette en partie leur observation, il leur conteste aussi la conséquence, savoir, que toutes les vallées ont servi autrefois de lit à des courans de mer. Rassemblons les contre-observations de Saussure et ses objections; mettons-les en opposition aux observations de Bourguet et à ses conclusions; c'est le meilleur moyen de répandre du jour sur cette matière.

On peut résmmer les contre-observations de Saussure, en disant que l'observation de Bourguet n'est vraie que des vallées étoites; que les vallées larges présentent souvent des étranglemens, qui, bien loin d'être des angles rentrans engrenés dans des angles saillans, sont des angles rentrans qui tournent leur pointe l'un contre l'autre. De plus, comme plusieurs vallées sont étroites dans une partie de leur cours et larges dans l'autre, l'observation de Bourguet n'est vraie que de leur première partie, elle est fausse de la seconde. Enfin, c'est une remarque de Saussure, que jamais la correspondance

des angles saillans aux angles rentrans n'est si sensible dans les vallées étroites, que lorsque le fond de ces vallées est creusé en berceau.

Ainsi l'observation de Bourguet, que partout, dans les vallées, les angles saillans correspondent à des angles rentrans, étant fausse par rapport aux vallées larges, la conséquence qu'il en tiroit pour toutes les vallées ne seroit vraie que des vallées étroites; il n'y auroit qu'elles dont on pût dire qu'étant façonnées comme les lits des fleuves, elles furent jadis sillonnées par des courans de mer. Voyons cependant si, malgré la restriction faite à cette observation, la conséquence qu'en tiroit Bourguet ne peut pas subsister dans toute son étendue.

Et d'abord, c'est une circonstance bien remarquable, que celle dont Saussure lui-même nous donne connoissance, savoir, que la correspondance des angles saillans aux angles rentrans n'est jamais plus sensible dans les vallées étroites, que lorsque leur fond est creusé en berceau. Car l'action des eaux courantes tendant à creuser leur lit aussi bien qu'à attaquer leurs bords, il s'ensuit que la concomitance de ces deux

effets confirme la cause de l'un par celle de l'autre ; que puisque l'un ne se renforce qu'autant que l'autre se prononce davantage, c'est bien à la même cause qu'ils doivent leur existence ; que, par conséquent, il y a doublement lieu de croire que les vallées où il y a correspondance entre les angles saillans et les angles rentrans, ont servi de lit à des courans de mer.

Cela ne généralise pourtant point encore la conclusion de Bourguet, restreinte, par des observations plus exactes, aux vallées étroites. Mais voici une réflexion qui lui donnera quelque étendue de plus : c'est que les vallées étroites dans une partie de leur cours, et larges dans l'autre, offrent, dans leur partie étroite le phénomène de leurs angles saillans en correspondance avec leurs angles rentrans : il s'ensuit que leur cours étroit a été sillonné par des courans de mer ; et par une conséquence ultérieure, que leur cours large l'a aussi été ; et partant, que non-seulement les vallées continûment étroites, mais aussi les vallées alternativement larges et étroites, ont servi autrefois de lit à des courans de mer.

Restent les vallées larges dans tout leur

cours, c'est-à-dire, les vallées longitudinales. Or, s'il est prouvé que toutes les vallées transversales ont contenu des courans de mer, à plus forte raison les vallées longitudinales en auront-elles renfermé, puisque par leur direction, plus rapprochée de celle du mouvement de la mer d'orient en occident, elles ont dû naturellement servir de couloir aux eaux animées de ce mouvement. Que si la correspondance des angles saillans aux angles rentrans ne s'y fait pas apercevoir, c'est que cette correspondance, signe certain à la vérité du passage des eaux par un canal, n'en est pourtant pas un signe nécessaire; que des eaux qui coulent par une vallée large, peuvent bien rencontrer d'un côté un obstacle, sans être obligées, pour continuer leur cours, d'élargir leur lit à l'opposite; au lieu que par une vallée étroite, un obstacle ne peut se présenter sur une de leurs rives, sans qu'elles fassent effort contre la rive opposée pour regagner sur elle ce qu'elles ont perdu sur l'autre. En sorte que si Bourguet eût mis plus d'exactitude dans ses observations, il n'auroit pas dit : « Par-» tout, dans le lit des fleuves et des rivières, » les angles saillans sont opposés à des

» angles rentrans; par-tout aussi cette op-
» position se manifeste dans les vallées des
» Alpes : donc toutes les vallées des Alpes
» ont servi de lit à des courans de mer ».
Mais il auroit dit : La correspondance des angles saillans aux angles rentrans s'observe dans les lits des fleuves, lorsque ces lits ne sont pas larges ; elle s'observe aussi dans les vallées des Alpes qui sont étroites : donc les vallées étroites des Alpes, c'est-à-dire les transversales, ont servi de lit à des courans de mer ; donc les vallées longitudinales qui étoient avec elles sous la mer, ont aussi servi de lit à des courans de mer ; donc finalement, la correspondance qui règne dans les Alpes entre les angles saillans et les angles rentrans des vallées étroites, prouve que tout ce système de montagnes a été sous les eaux de la mer.

Quelque fondée cependant que soit cette conclusion, Saussure l'ayant attaquée de plusieurs manières, il ne faut pas négliger de proposer ses objections, de les discuter, et d'y souscrire, supposé qu'on ne puisse les résoudre.

Premièrement donc il nous dit que « les
» vallées étroites, les vallées transversales,

» ont été creusées par des rivières ou des » torrens, depuis la retraite des eaux de » la mer, ou par cette retraite même ».

Mais que, postérieurement à la retraite des eaux de la mer, les vallées transversales aient été creusées par les torrens qui y coulent; c'est ce qu'on a peine à se persuader, vu l'énorme disproportion qu'il y a entre la largeur de ces torrens et celle de ces vallées. S'il est vrai qu'une lime qui ne s'use point, peut, avec le tems, faire sur un corps dur une ornière de grandeur quelconque, c'est en tant qu'elle est maniée par un ouvrier maître de la faire travailler comme bon lui semble. Mais les torrens, entraînés de plus bas en plus bas sur des pentes rapides, s'enfoncent dans des lits étroits, desquels ils ne peuvent sortir pour aller de droite et de gauche élargir de grandes vallées et les déblayer.

Quant au second moyen employé par Saussure pour creuser les vallées transversales, savoir, l'épanchement de la mer emportée comme tout-à-coup vers un autre centre de gravité; je ne crains pas de dire que la débâcle d'une masse liquide aussi énorme que l'Océan, seroit plutôt capable

de renverser des montagnes, que de creuser des milliers de vallées à quelques mille pieds de profondeur, dans les rochers ; et de les sillonner en zigzag, de manière que partout un angle saillant répondit à un angle rentrant.

Puis donc qu'on ne peut attribuer l'excavation des vallées transversales, ni aux torrens, rivières ou ruisseaux qui y coulent aujourd'hui, ni à la retraite des eaux de la mer, c'est en vain qu'on argumente de ces modes de formation contre celui que Bourguet en avoit imaginé, savoir, que ce sont les courans de mer qui ont tracé et creusé des vallées au sein de la mer même ; que les couches qui les bordent se sont faites par voie de dépôt et de cristallisation ; que la matière de ces dépôts suivoit les tours et détours des courans sur les bords desquels elle tomboit, et que c'est la raison pourquoi les vallées font voir aujourd'hui, tout aussi communément que les fleuves et les rivières, des angles saillans en correspondance avec des angles rentrans.

Quelque plausible que cela soit, Saussure l'attaque, dans son principe, c'est à-

dire, dans les courans de mer. « Quand » on réfléchit, nous dit-il, à la largeur et » à l'étendue des courans de la mer, il » ne peut entrer dans l'esprit qu'ils aient » creusé les sillons étroits et tortueux qui » forment les vallées transversales des » Alpes ». Mais tous les courans de la mer ne sont ni si droits ni si grands qu'il les représente : ceux dont les navigateurs font le plus de mention, peuvent être de ce genre ; mais il est possible qu'il y en ait d'autres, conditionnés comme ceux qu'on suppose avoir coulé dans les vallées transversales. Cela n'est pas seulement possible, cela est vraisemblable : je dis plus ; c'est une suite nécessaire de ce que l'action du soleil et de la lune sur les eaux de la mer, pénètre la masse entière et s'exerce sur chaque goutte d'eau individuellement, depuis la surface jusqu'au fond du liquide; car si ce fond est hérissé de collines et de montagnes, comme il l'est en plus d'un lieu sous la mer, il doit retarder en tout ou en partie le cours des eaux d'orient en occident, et ce retard ne peut se réparer que par des courans particuliers, lesquels fassent chemin par les routes qui leur sont

ouvertes entre les collines et les montagnes qui bordent les vallées sous l'Océan.

En troisième lieu : « la preuve, dit Saus-
» sure, que les vallées des Alpes n'ont point
» servi de lit à des courans de mer, c'est
» qu'elles sont toutes coupées à angle droit
» par d'autres vallées; que de plus, elles sont
» barrées à l'une de leurs extrémités, quel-
» quefois à l'une et à l'autre, par de grandes
» montagnes ou des cols très-élevés ».

Quant à la manière dont les vallées se coupent les unes les autres, on ne voit pas trop comment elle feroit preuve qu'elles n'eussent pu servir de lit à des courans de mer; puisque aujourd'hui, dans chaque vallée, il coule un torrent, un ruisseau ou une rivière, et que du même accord dont ces eaux douces descendent dans les plaines, les eaux salées ont pu autrefois descendre de plus haut en plus bas sur le fond de la mer. Par rapport à la clôture des vallées à l'une de leurs extrémités, si ce n'est à toutes les deux, on observera que si les vallées étoient fermées comme des caisses, tant par les bouts que par les côtés, une construction semblable excluroit sans doute la possibilité qu'un courant les eût jamais

traversées en aucun sens : mais les vallées sont toutes coupées par d'autres ; donc elles ont des ouvertures, donc elles peuvent avoir servi de lit à des courans de mer, lesquels les auront sillonnées de la même manière que le font aujourd'hui les rivières et les ruisseaux qui les arrosent et de leur enceinte se rendent plus bas dans les plaines.

Ainsi donc par sa structure et sa situation, la cîme du Mont-Blanc témoigne qu'elle est d'origine marine : par leur inclinaison contre les chaînes primitives qu'elles avoisinent, et par les couches ascendantes qu'elles leur présentent, les montagnes secondaires se disent l'ouvrage de la mer : par leurs directions et leurs inclinaisons sur l'horizon, les couches de rochers qui flanquent les vallées, font connoître qu'elles se sont formées sur les bords de courans de mer coulant jadis dans ces vallées ; l'existence de ces courans est encore prouvée par les grands atterrissemens qui se trouvent par-tout où les vallées s'élargissent, et sur-tout à leurs débouchés ; elle l'est de plus fort par la correspondance des angles saillans aux angles rentrans des monts et collines qui bordent les vallées étroites. Donc, tous les phé-

nomènes de forme et de situation, tant des montagnes que des vallées des Alpes, conspirent à prouver que ce grand ensemble a pris naissance sous l'Océan, et qu'il en est sorti tel qu'il se montre aujourd'hui, tout empreint des caractères de son origine, depuis ses sommités les plus hautes jusqu'au pied des collines par lesquelles il confine à la plaine.

N'omettons pas cependant deux observations, desquelles, au premier coup-d'œil, on pourroit inférer qu'il y a dans les Alpes un très-grand nombre de couches de rochers qui ne sont plus aujourd'hui dans la situation qu'elles avoient lors de leur formation sous l'Océan.

Au-dessus de Valorsine, sur la montagne de Balme, où l'Arve prend sa source, s'élève un banc de poudingues, qui court l'espace d'une lieue au dessus du sol, puis s'y enfonce d'une et d'autre extrémité, et disparoît. Le milieu de ce banc est à 954 toises au-dessus du niveau de la mer. Les poudingues qui le composent, sont disposés par couches verticales, parallèles entre elles, dirigées du nord au sud, faisant ensemble un massif de cent toises de large de l'est à l'ouest. Celles de ces couches qui sont les

plus étroites, ont demi-pouce ; les plus larges ont quelques pieds d'épaisseur. Plus elles sont minces, moins elles contiennent de cailloux étrangers ; les plus minces n'en contiennent point ; celles qui sont épaisses en contiennent toutes. Enfin, l'on observe dans ce banc de poudingues, quelques alternatives de couches minces sans cailloux et de couches épaisses qui en sont farcies.

La pâte de ces poudingues est remarquable par son homogénéité et par sa finesse; elle est disposée par feuillets très-minces, lesquels demeurent parallèles à la direction des couches qu'ils composent, tant que des cailloux adventifs ne se jettent pas à la traverse ; car lorsqu'il en survient, ces feuillets se plient autour d'eux, et les enveloppent d'abord immédiatement, puis de plus loin en plus loin, jusqu'à ce qu'ayant dépassé l'obstacle, ils reprennent leur direction première sans laisser aucun interstice vide dans l'intérieur des poudingues. Les cailloux adventifs, empâtés dans la pierre à feuillets ou le schîte, sont les uns polis et arrondis, les autres anguleux et à vives arêtes ; leur grosseur varie depuis celle d'un grain de sable jusqu'à celle de la tête.

Ecoutons à présent Saussure raisonnant sur ces poudingues. « Que des particules » de la plus extrême ténuité, suspendues » dans un liquide, puissent s'agglutiner » entre elles, et former des couches ver- » ticales, c'est ce que nous concevons très- » bien, et dont nous avons la preuve en » fait dans les albâtres, les agates, et même » dans les cristallisations artificielles. Mais » qu'une pierre toute formée, de la grosseur » de la tête, se soit arrêtée au milieu d'une » paroi verticale, et ait attendu là que les » particules de la pierre vinssent l'envelop- » per, la souder et la fixer dans cette place, » c'est une supposition absurde et impos- » sible. Il faut donc regarder comme une » chose démontrée, que ces poudingues » ont été formés dans une position hori- » zontale ou à-peu-près telle, et redressés » ensuite après leur endurcissement ».

Si la conclusion que prend ici Saussure étoit juste, nous serions dans le cas de reconnoître que bien loin que la mer, en se retirant, eût laissé nos continens dans l'état où ils sont aujourd'hui, il seroit survenu depuis sa retraite, ou à l'époque même de sa retraite, de grandes subversions dans

'ordre

l'ordre primitif, puisqu'une explosion capable de culbuter un banc de rochers d'une lieue de long sur cent toises de large et quelques centaines de haut, ne se seroit pas bornée à ce bouleversement. Que répondre à cette objection?

Je réponds qu'il n'y a point d'impossibilité à ce qu'une pierre toute formée, de la grosseur même de la tête, se soit arrêtée sur une paroi verticale, et ait attendu là que des particules pierreuses vinssent l'envelopper et la fixer à demeure : car premièrement, la pierre adventive cessant de se mouvoir, aura pu s'arrêter sur la paroi en question, pourvu qu'elle y ait trouvé une place suffisamment large et solide pour la soutenir ; secondement, une fois en repos sur cette place, elle y sera restée tant qu'aucune cause nouvelle de mouvement ne l'en aura délogée. Bien loin donc qu'il y ait à cela quelque chose d'impossible, il n'y a rien que de naturel ; et quoiqu'il fût plus naturel encore que les couches dont il s'agit se fussent farcies de pierres adventives dans la situation horizontale, il y a pourtant ceci à observer ; c'est qu'on ne verroit point alors pourquoi celles de ces cou-

ches qui sont minces ne contiendroient pas de menues pierres étrangères, puisqu'une couche mince, quand elle est horizontale, n'offre pas moins de champ aux pierres adventives pour s'y reposer, qu'une couche horizontale, quelque épaisse qu'elle soit. En admettant, au contraire, que les couches poudingues de Valorsine se sont formées dans la situation où elles sont à présent, on conçoit très-bien qu'une couche verticale, une paroi étroite, ne présentant aux corps qui l'abordent qu'un asile mal assuré, tant par rapport à la difficulté d'y rester en équilibre au moment où ils cessent de se mouvoir, que par rapport à la chance d'en être précipités par une impulsion étrangère avant de s'y être cimentés; on conçoit, dis-je, très-bien, pourquoi celles de ces couches qui sont les plus minces, ne contiennent point de cailloux adventifs; et pourquoi toutes en général, tant les minces que les épaisses, en contiennent à raison de leur épaisseur.

Bien loin donc que les couches de Valorsine, considérées sous le point de vue dans lequel Saussure les a placées, fassent preuve que de la situation horizontale elles sont

passées à la verticale, elles font preuve au contraire que c'est dans leur situation présente qu'elles se sont formées. Mais peut-être n'en sera-t-il pas de même, si on les considère comme composées de feuillets verticaux; attendu que tout feuillet indique un dépôt, et que le site vertical se refuse à toute idée de dépôt.

On fera attention cependant que, quelque rapprochés de ce site que soient les feuillets en question, ce n'est pas à quelques degrés près qu'ils y sont assujettis; qu'ainsi il peut encore y avoir eu lieu à dépôt, non pas de molécules grossières, mais fines et subtiles, comme on voit la poussière s'attacher à la couverture d'un livre presque debout sur sa tranche, tandis que des grains de sable n'y tiendroient pas. Et lors même que, par une fausse supposition, l'on attribueroit à ces feuillets une situation rigoureusement verticale, je croirois qu'à l'époque de leur formation, ils s'en écarteroient assez pour donner lieu à un dépôt, mais pas assez pour qu'un léger affaissement du sol ne pût les redresser tout-à-fait. Je préférerois cette cause à une cause violente, parce qu'on ne conçoit pas trop comment un banc de

rochers, de plus de deux mille toises de long sur cent de large et quelques centaines de haut, auroit pu être déraciné violemment et dressé comme un mur, sans être mis en pièces du premier choc, ou sans se briser et fendre de toutes manières en retombant sur lui-même pour prendre une assiette nouvelle.

Ainsi la première objection de Saussure étant résolue, l'appui même qu'on s'est ingéré de lui donner étant renversé, nous passerons à la seconde.

Sur la rive gauche du Rhône, entre Martigny et S.-Maurice, il voit une montagne de pétrosilex, qui lui présente une face taillée à pic, et des couches de rochers coupées perpendiculairement par cette face : ces couches sont parallèles les unes aux autres, et montent de gauche à droite sur l'horizon avec une inclinaison de 75 degrés. De plus, la face de cette montagne est sillonnée par des fentes parallèles entre elles, qui descendent de gauche à droite en s'inclinant à l'horizon de 35 degrés, et laissant entre elles des intervalles de 50 à 60 pieds de large, d'où il suit qu'elles rencontrent les couches sous un angle de 70

degrés, c'est-à-dire qu'à 20 degrés près, elles leur sont perpendiculaires. Or, cela posé, voici comment Saussure raisonne.

Si les fentes de cette montagne, au lieu d'être presque horizontales, étoient verticales ou à-peu-près, on ne s'en étonneroit point : des solutions de continuité de haut en bas paroîtroient l'effet naturel d'un desséchement de la montagne, semblable à ceux qui, dans le fort de l'été, font ouvrir des crevasses à la surface des prés. Mais quelque desséchée qu'on suppose une montagne, comment des fentes presque horizontales pourroient-elles s'ouvrir entre des couches à-peu-près verticales, puisque, toutes formées que sont ces fentes, on a peine à comprendre qu'elles subsistent entre les massifs qui agissent constamment de tout leur poids pour les rétrécir et fermer complétement. Peut-on imaginer un fait plus propre à établir que ce n'est point dans leur situation verticale actuelle que les couches dont il s'agit se sont formées et fendues ; que c'est au contraire dans une situation horizontale ou à-peu-près, et que leur état présent ne fut et ne put jamais être leur état primitif, mais une suite et un

monument de cet état même ; monument duquel il résulte que les couches qui sont aujourd'hui verticales furent jadis horizontales ; et que les fentes qui sont à présent horizontales s'ouvrirent perpendiculairement à l'horizon.

Telle est l'objection de Saussure; voici la réponse.

Les couches dont il s'agit ne sont pas perpendiculaires à l'horizon ; elles ne lui sont inclinées au plus que de 75 degrés. Mais l'effort de la pesanteur pour rompre une couche horizontale, est à son effort pour la rompre inclinée ; comme le sinus total est au cosinus d'inclinaison, c'est-à-dire, dans le cas présent, comme 10,000,000 est à 2,588,190 : donc les couches de la montagne de Martigny, dans leur situation actuelle, tendent encore à se rompre par leur propre poids, avec un quart au moins de la force qu'elles y mettroient dans le site horizontal ; donc, puisque de part et d'autre on convient qu'elles ont pu se rompre dans la situation horizontale, on ne peut disconvenir qu'elles l'ont pu dans la situation présente, quoique dans un degré de possibilité quatre fois moindre. Or la preuve que cette

possibilité, toute réduite qu'elle est, s'est pourtant réalisée, c'est le parallélisme des fractures de la montagne ; car on comprend fort bien que ce parallélisme a pu être l'effet de la pesanteur et de la texture cristallique des rochers, qui les rend plus divisibles dans un sens que dans un autre ; mais on ne comprendroit point comment des couches énormes, horizontalement posées les unes sur les autres, auroient pu être soulevées par une force venant d'en bas, et dressées sur l'horizon presque à pic, sans se fracturer que tout au plus dans le sens où elles l'étoient déjà, et à distances à-peu-près égales : tant de violence dans la cause et tant de symétrie dans les effets paroissent incompatibles.

En preuve du redressement de certaines couches par un effort souterrain, Saussure produit encore les couches verticales de grès qui sont sur la route d'Annecy à Albie. « Je fus extrêmement surpris, dit-il, » § 1165, de trouver un grès dans cette » situation, et d'autant plus que ses pre- » mières couches sont entremêlées d'un » gravier dont les grains arrondis ont un » pouce et plus de diamètre ; en sorte qu'il

» est indubitable que ces couches n'ont
» point été formées dans la situation
» qu'elles ont actuellement, mais qu'elles
» ont été produites dans une situation ho-
» rizontale ou à-peu-près telle, puis re-
» dressées par une cause postérieure à leur
» formation. Ces premières couches ont
» ceci de remarquable, c'est qu'elles sont
» recouvertes, sur le haut de la colline,
» par une couche horizontale de sable et
» de cailloux dont le mélange forme un
» poudingue grossier. Ce sable et ces cail-
» loux ont donc été déposés par les eaux
» après le redressement des couches du
» grès sur lequel ils reposent ». Et plus bas
il ajoute : « Je me convainquis que la situa-
» tion des couches de ce grès ne pouvoit
» être l'effet d'un simple affaissement, mais
» qu'il falloit supposer un refoulement en
» sens contraire, qui a brisé et redressé ces
» couches originairement horizontales. C'est
» ce que je prouverai quand je traiterai de
» la théorie de la terre ».

Faute d'avoir les preuves de Saussure, on ne peut ni les admettre, ni les réfuter; mais pour répondre à son objection prise en masse, il suffit de montrer qu'il n'est

pas impossible que des couches de grès se forment dans une situation verticale.

Or, puisque le grès n'est qu'un sable lié par un ciment qui a toujours l'eau pour véhicule, il est clair que la situation de ses couches dépend du sens selon lequel son sable est pénétré par l'eau qui le cimente ; que si cette eau le pénètre verticalement par un flux de haut en bas, ses couches doivent être horizontales ; que si elle le pénètre horizontalement, ses couches doivent être perpendiculaires à l'horizon ; et qu'enfin, si elle le pénètre obliquement, ses couches doivent être obliques à l'horizon. Mais l'eau peut aborder un banc de sable selon toutes ces directions ; donc il n'y a rien d'impossible à ce que des couches de grès se forment dans une situation horizontale, verticale ou oblique.

On se fera une idée encore plus nette de la formation des grès, si l'on considère que l'eau peut traverser long-tems un banc de sable avant de le convertir en pierre ; ce n'est que par des dépôts successifs qu'elle y parvient, et les premières couches qui se consolident ne sont point celles au travers desquelles elle s'insinue d'abord : elle est

trop liquide alors pour ne pas passer outre avec la majeure partie des principes argileux, calcaires ou siliceux qu'elle contient; ce n'est que plus loin, et quand elle s'est dépouillée d'une grande partie de son humidité, qu'elle dépose enfin dans le sable la quantité suffisante de particules propres à le cimenter. Ce phénomène s'observe près de Genève, sur les hauteurs de S.-Jean et de Cartigny : elles sont à pic sur le Rhône, leur sommité est couverte de terre végétale ; au-dessous est un massif de petits cailloux roulés, libres dans le haut, mais liés dans le bas par un ciment qui en fait des poudingues d'autant plus solides qu'ils sont plus enfoncés. Ce fait démontre que les eaux de pluie et autres, s'infiltrant de haut en bas avec les élémens lapidifiques dont elles sont chargées, ne les déposent en quantité que lorsqu'elles sont parvenues à une grande profondeur, et qu'elles ont beaucoup perdu de leur liquidité.

J'ajouterai à ce que je viens de dire de la cémentation des grès, qu'en supposant même que l'eau ne s'infiltrât dans le sable qu'en coulant perpendiculairement à l'horizon, il seroit possible qu'il en résultât

des couches pierreuses de presque tous les degrés d'inclinaison sur le sol : car si de gauche à droite, ce sable devenoit toujours plus gros, et qu'ainsi ses grains fussent séparés les uns des autres par des interstices progressivement plus considérables, ce ne seroit qu'à une plus grande profondeur à droite que commenceroit la lapidification ; d'où il suivroit que les couches monteroient de droite à gauche par des inclinaisons capables de se rapprocher indéfiniment de la verticale. On trouveroit d'autres moyens encore d'arriver à des couches de grès de toutes les inclinaisons possibles à l'horizon, si, indépendamment de la pesanteur qui entraîne l'eau sur la terre et sous la terre par des plans inclinés quelconques, on la faisoit cheminer dans le sable par le principe de son élévation dans des tubes capillaires. Par conséquent, les couches de grès peuvent se former et se présenter sous tous les degrés possibles d'inclinaison ; et partant, la situation perpendiculaire des couches de grès dans le voisinage d'Albie, ne prouve point que ces couches aient été portées de la situation horizontale à la situation verticale par une secousse violente.

Mais ce n'est pas la dernière fois que Saussure revient à son idée du redressement de certaines couches par des secousses ou des refoulemens. Il dit encore, § 1212 : « Ce sont sur-tout les couches de S. Michel, » situées sur la rive gauche de l'Arc, qui » se présentent d'une manière avantageuse » pour l'observateur. Comme leurs plans » sont coupés par la rivière et par le grand » chemin sous un angle à-peu-près droit, » on voit leurs tranches parfaitement à dé- » couvert, et on admire leur nombre et » leur régularité. Lorsqu'on les observe » avec attention, on se persuade bientôt » qu'il est impossible qu'elles aient été for- » mées dans la situation qu'elles ont ac- » tuellement. Premièrement, comme ces » couches d'une pierre calcaire *non cris-* » *tallisée* ont été formées par dépôt, il est » certain que si le sédiment dont elles sont » composées avoit été déposé sur des plans » inclinés de 60 degrés, ce sédiment auroit » été plus abondant vers le bas, et même » le poids de celui qui se seroit déposé vers » le haut des couches, l'auroit fait glisser » en partie ; en sorte que les couches au- » roient été plus épaisses vers le pied de la

» montagne qu'à sa cime. Or ici on les
» voit conserver, dans toute leur hauteur,
» une épaisseur parfaitement uniforme.

» En second lieu, et par une conséquence
» des mêmes principes, si ces dépôts s'é-
» toient accumulés dans une situation in-
» clinée, les couches supérieures, celles
» qui reposent sur les autres, auroient pris
» graduellement une pente plus douce. C'est
» ce que l'on voit dans les alluvions des tor-
» rens et des rivières : quelquefois les pre-
» mières couches de ces alluvions, déposées
» sur un terrain très en pente, ont une in-
» clinaison à-peu-près égale à celle de ce
» terrain, mais celles qui suivent sont moins
» inclinées ; et à mesure qu'il s'en dépose
» de nouvelles, elles s'approchent toujours
» de plus en plus d'une situation horizon-
» tale. Ici, au contraire, comme on le voit
» par les détails que renferme le paragraphe
» précédent, les couches qui reposent sur
» les autres deviennent de plus en plus
» inclinées ; les plus basses n'ont que 45
» degrés d'inclinaison, et les plus élevées
» en ont 60.

» Ce fait, analogue à celui que j'ai ob-
» servé dans les montagnes primitives de la

» vallée de Chamouni, est un fait de la plus
» grande importance, et un de ceux qui
» m'ont le plus éclairé sur la cause du re-
» dressement des couches. Mais je n'entre
» point ici dans cette discussion; je me
» contente d'en conclure que les couches
» de S. Michel ont été formées dans une
» situation horizontale, et redressées en-
» suite par une cause postérieure à leur
» formation ».

On voit par ce qu'on vient de lire, que Saussure tire des couches de S. Michel deux preuves qu'elles n'ont pu se former dans la situation où elles sont aujourd'hui : la première, c'est que ces couches étant de pierre calcaire *non cristallisée*, ont été formées par des dépôts; què, par conséquent, si, à l'époque de leur formation, elles s'étoient élevées sur l'horizon de 45 à 60 degrés, le sédiment qui les auroit produites se seroit porté plus abondamment en bas qu'en haut, ce qui auroit donné à leur partie inférieure un surcroît d'épaisseur qu'elle n'a pas.

La seconde preuve de Saussure est fondée sur ce que les alluvions successives des torrens sur des pentes rapides, prennent sur l'horizon des élévations décroissantes, tandis

que les couches de S. Michel, superposées aussi les unes aux autres, en prennent de croissantes; d'où résulte l'impossibilité que, comme couches sédimentaires, elles se soient formées dans leur situation présente.

Les deux argumens de Saussure portent donc sur cette supposition, que les couches calcaires dont il s'agit, sont provenues de sédimens qui n'avoient pas plus de consistance qu'un gypse détrempé. Or que la matière première de couches calcaires quelconques soit un simple sédiment, un sédiment boueux, c'est ce qui est incompatible avec les veines spathiques qui, en plus ou moins grand nombre, traversent ces couches en tous sens indifféremment. Ces veines sont le produit d'une cristallisation parfaite, ces veines ont été solides dès leur naissance; elles étoient cependant trop déliées pour se soutenir sans l'appui du corps environnant: donc ce corps lui-même étoit solide dès sa naissance; donc il n'y a pas de couches calcaires qui soient de simples sédimens durcis par le tems.

Je n'ignore pas que les naturalistes distinguent deux sortes de pierres calcaires, la compacte et la grenue, qu'ils voient dans

les grains de celle-ci une cristallisation, et n'en voient point dans la pâte fine et homogène de l'autre : mais cela n'empêche pas qu'elle ne s'y manifeste par les veines spathiques susmentionnées, et qu'ainsi, les deux expressions, pierre calcaire compacte et pierre calcaire non cristallisée, ne soient loin d'être synonymes. Les rochers bleus de Meillerie sont formés d'une pierre calcaire tantôt grenue, tantôt compacte; mais sous l'une et l'autre forme, la pierre est traversée par nombre de veines spathiques d'une cristallisation parfaite. Les couches de pierre bleue mentionnées par Saussure au § 1213, sont aussi des pierres calcaires compactes; il ne nous dit pas si elles sont ou ne sont pas traversées par des veines spathiques, mais il décrit très-bien leurs formes : « Chacune de ces couches se renfle » et s'amincit successivement avec une sorte » de régularité ; en sorte que sa coupe ver- » ticale présente l'image d'un chapelet. La » même couche qui a vingt pouces d'épais- » seur dans un endroit, s'amincit peu à peu, » et n'a plus que trois pouces à quatre ou » cinq pieds de distance : elle se renfle en- » suite de nouveau pour s'amincir encore ».

Je

Je le demande donc, ces renflemens successifs, comment se seroient-ils soutenus, si la pierre naissante n'eût été qu'une terre détrempée, une espèce de boue? et s'ils se sont soutenus, quelque boueux qu'ils fussent d'abord, pourquoi la boue génératrice des couches de S.-Michel auroit-elle glissé sur leurs pentes?

M'objectera-t-on les masses calcaires de Monte-Bolca? me dira-t-on que ces rochers ne furent dans l'origine qu'une boue détrempée, durcie ensuite par le tems jusqu'à la consistance de pierre? Je ne nierai point ce fait, je l'établirai même lorsqu'il en sera plus particulièrement question dans la suite de cet ouvrage : mais un seul fait sur mille ne fait pas loi ; ce sont les mille qui la font, et de ces mille il résulte que ce n'est point simplement par dépôt, mais conjointement par dépôt et par cristallisation que se forment les couches calcaires. Insistera-t-on en m'opposant des empreintes de coquillages qui se voient sur plusieurs pierres à chaux, lesquelles prouvent une pâte jadis molle dans laquelle le coquillage est venu s'enfoncer et mouler ses formes? Mais n'est-il pas tout aussi possible, que le

coquillage, arrivé sur la pierre au tems qu'elle prenoit son accroissement, y ait été enseveli peu à peu sous la matière cristallisante, et que, déplacé ensuite ou détruit, il ait laissé son empreinte sur le corps qui l'avoit enveloppé : en effet, si la cristallisation n'étoit d'abord entrée pour rien dans la formation des roches calcaires, d'où viendroit à toutes ou presque toutes la disposition qu'elles ont à se rompre en fragmens rhomboïdaux de même figure que les cristaux calcaires ?

Ainsi les preuves sur lesquelles Saussure établit que les couches de S.-Michel ont été formées dans une situation horizontale, puis relevées par une force souterraine jusqu'à prendre sur l'horizon une élévation de 45 à 60 degrés, ces preuves n'étant fondées que sur la supposition plus que douteuse, que les couches dont il s'agit sont les produits de sédimens boueux, il s'ensuit qu'on peut et qu'on doit même s'y refuser; et l'on s'affermit dans ce refus, quand on considère qu'elles font déployer à la nature des forces qu'on ne lui a jamais vu mettre en activité, et qui, supposé qu'elles eussent agi et produit l'effet qu'on leur attribue, ne

l'auroient jamais fait sans fracasser, fendre du moins en divers sens les couches de S.-Michel, lesquelles sont pourtant aussi exemptes de fentes que de fractures.

Je ne suis pas le seul qui sois ici d'un sentiment contraire à celui de Saussure; lui-même nous fait savoir que Voigt et d'autres naturalistes n'ont point admis les subversions ou refoulemens de couches dont il prétendoit administrer les preuves, qu'ils ont même essayé de le réfuter par divers argumens. Or, que leurs argumens soient les mêmes que ceux que j'ai employés ou d'autres que je ne connois pas, je persiste dans mes conclusions, eu égard du moins au redressement des couches de S.-Michel, savoir, que les raisons qu'on en donne sont plus ingénieuses que solides.

On lit encore, § 1284 du Voyage sur les Alpes, « qu'à l'une des extrémités du mont » Cervin, et près de sa sommité, l'on dé- » couvre des couches arquées, précisément » en forme de C; qu'il paroît vraisemblable » que la partie au-dessus de ces couches a » été retroussée et mise dans sa position » actuelle par une violente secousse; que » ce qui donne du poids à cette conjecture,

» c'est que dans cette montagne, comme
» dans toutes celles qui ont des formes de
» même genre, il se trouve un vide der-
» rière le dos du C; parce que les couches
» qui remplissoient ce vide ont été soule-
» vées et retroussées par-dessus celles d'en
» bas, lesquelles ont conservé leur situation
» originaire ».

La partie au-dessus des couches arquées a été retroussée et mise dans sa position actuelle par une violente secousse; et la preuve qu'on en donne, c'est que derrière le dos du C, c'est-à-dire immédiatement au-dessus du cintre formé par ces couches, il y a un vide. On ne peut contester que des couches poussées de bas en haut ne puissent soulever un massif au-dessus d'elles; mais il est fort étonnant qu'une secousse pareille n'ait pas brisé les couches qui en reçurent le premier choc, ou que ces couches même, en se rasseyant, aient conservé leur intégrité. Je dis ensuite que le soulèvement d'une montagne est un prodige, et que si l'on peut assigner des causes beaucoup plus naturelles et communes des effets qu'on lui attribue, il ne faut pas recourir à ce prodige. Or un vide au-dessus de couches

arquées peut très-bien s'expliquer par les eaux qui se rendent de plus haut sur toute l'étendue de leur cintre; parce que la partie de ces eaux qui coule sur la sommité du cintre, s'y soutient jusqu'à ce qu'elle débouche dans le précipice, et laisse sur son front un vestige de son passage. Il n'en est pas de même des eaux qui ruissèlent sur les côtés du cintre, elles ne peuvent laisser de vestige d'un débouché en avant, parce qu'elles sont plutôt descendues par les pentes du cintre qu'elles n'en ont atteint la face.

Puis donc que les phénomènes par lesquels Saussure a prétendu démontrer que la terre, en divers endroits, avoit éprouvé des secousses d'une violence extraordinaire, et que ces secousses avoient tellement dérangé et subverti nombre de couches pierreuses, qu'elles n'étoient plus aujourd'hui dans leur situation primitive; puis, dis-je, que ces phénomènes ne prouvent point ce qu'ils devoient prouver, je persiste de plus fort dans l'opinion que les premières enveloppes du globe sont sorties de dessous les eaux de la mer dans la situation où nous les voyons à présent, et je soutiens cette

opinion par une observation et une réflexion de Saussure même : car jamais ce naturaliste philosophe ne se préoccupe tellement d'un système, qu'il passe sous silence les preuves de fait ou de raisonnement qui peuvent le contrarier.

Au midi de Cerdon, dans le Valromey, commence une chaîne de montagnes qui, dans la direction du sud-sud-ouest au nord-nord-est, va se terminer à Bâle. La longueur de cette chaîne est de 70 à 80 lieues, sa largeur en a 15 à 16, et le tout ensemble forme le système de montagnes auquel convient le nom de Jura. Or, par-tout où des trouées ont permis d'observer le noyau des montagnes en dos d'âne qui forment sa grande chaîne en face des Alpes, par-tout où l'on a pu arriver au noyau des chaînes occidentales parallèles à cette première, on l'a trouvé composé de couches ou murs verticaux posés dans la direction de ces chaînes mêmes. Observation importante, s'écrie Saussure, en ce qu'elle paroît exclure la possibilité qu'il y ait eu aucun bouleversement dans une étendue superficielle de 15 par 80, c'est-à-dire, de 1200 lieues carrées.

A cet exemple d'ordre conservé sur une

grande surface, on peut ajouter celui que présentent les couches de rochers qui bordent au sud-est la vallée de Chamouni. Ces couches, sur un front de sept à huit lieues de long, sont disposées comme les feuillets d'un livre qui s'ouvre, c'est-à-dire que les inférieures sont horizontales, et que les supérieures se relèvent graduellement, les unes par-dessus les autres, jusqu'à devenir enfin perpendiculaires à l'horizon. Il n'est guères possible de concilier tant de régularité avec un bouleversement.

Les montagnes calcaires qui bordent le système des Alpes du côté nord-ouest, forment six chaînes principales parallèles entre elles : les trois qui sont le plus loin du centre tournent leurs escarpemens en dehors et leurs croupes en dedans du système ; les trois qui sont le plus près du centre, tournent au contraire leurs escarpemens en dedans et leurs croupes en dehors du système. Quelle symétrie, dans un espace de cent lieues de long sur vingt à trente de large ! Comparez la probabilité que les couches de rochers qui couvrent ce pays, après s'être formées horizontalement sous la mer, aient été rompues et soulevées par le feu, avec

la probabilité qu'elles se soient formées telles sous la mer, et en soient sorties dans la situation où nous les voyons : d'un côté vous aurez à montrer comment le feu qui agit en tous sens indifféremment, a pu mettre de l'ordre et de l'uniformité dans les effets de sa plus grande violence : de l'autre, vous aurez à concilier cet ordre et cette uniformité avec un élément soumis à la gravitation universelle, et entraîné avec mesure d'orient en occident par l'action conjointe de la lune et du soleil ; car vous compterez pour rien les agitations de la mer en tous sens par le souffle des vents, attendu que les plus violentes la laissent en repos à cent pieds de profondeur. Mais sans nous prévaloir de tous les avantages que nous trouverions à presser cette comparaison, faisons une remarque sur les montagnes qui l'ont occasionnée.

La grande vallée longitudinale qui sépare celles qui tournent leurs escarpemens en dehors, de celles qui tournent leurs escarpemens en dedans des Alpes, fait exception à la règle générale, qui veut que de part et d'autre des vallées, les couches de rochers qui les bordent s'élèvent contre le

même point du ciel ; car il est évident que dans cette vallée, les couches d'une part s'élèvent contre la région opposée à celle vers laquelle montent les couches de l'autre part. Cette exception ne fausse pourtant qu'en partie la règle dont il s'agit, puisque, de chaque côté de la vallée, pris à part, l'ascension des couches se porte vers le même point du ciel. Quant à la seconde loi, qui veut que les couches terminatrices des vallées soient dans le même alignement que ces vallées, elle ne souffre ici aucune exception.

Or ces deux lois générales, ces lois dominantes sur les Alpes, à peu d'exceptions près pour la première, et sans exception qui vaille la peine pour la seconde ; ces lois, dis-je, par-tout suivies dans ce vaste ensemble de montagnes, nous autorisent à dire de tout le système ce que nous disions tout-à-l'heure de quelques-unes de ses parties, qu'elles n'avoient point éprouvé de bouleversement, puisqu'on remarquoit dans les couches de rochers qui les couvrent une fidélité constante à certaines règles de position ; fidélité incompatible avec toute idée de dérangement et de subversion.

Mais ce n'est point à exclure des boule-versemens que ces lois se bornent, elles mènent directement aux principes d'ordre qui ont préparé et effectué l'état présent de la terre : car, comme il a été dit plus haut, peut-on ne pas voir dans la constance avec laquelle les couches de rochers, au bord des vallées, se placent dans l'alignement de ces vallées, que ces couches se sont formées sur les bords de l'eau qui couloit entre elles ? cet alignement suivi et continu n'est pas un fait unique qui puisse laisser du doute sur sa cause ; c'est une succession non interrompue de faits qui tous rendent témoignage à une puissance uniforme et constante qui, depuis l'origine d'une vallée jusqu'à son issue, en a dirigé dans son sens les couches latérales. Et ce n'est pas une vallée seule, ce sont des milliers de vallées qui toutes, d'un commun accord, remontent aux eaux courantes comme à la seule cause qui réunisse toutes les qualifications nécessaires à leur formation et à la disposition de leurs couches.

C'est ici le lieu de faire sentir plus fortement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, l'erreur de ceux qui prétendent que nombre

de vallées se sont formées, non par le dépôt et la cristallisation de matières lapidifiques au bord des courans de mer, mais par la force érosive des eaux coulant sur des rochers en place, et s'y ouvrant, avec le tems, des routes aussi larges que des vallées. Comment, si cela étoit, ces eaux courantes auroient-elles entamé et rongé successivement des massifs de pierre de plusieurs lieues, sans sortir de l'alignement de leurs couches ? Si l'on donnoit à un ingénieur une suite de rochers de quelques lieues de long, je ne dis pas pour les couper dans le sens de leur alignement, mais seulement pour tracer cet alignement à leur superficie ; que de tems n'y mettroit-il pas, combien près il y regarderoit, combien d'aides il emploieroit, que de fois lui et son monde prendroient en main le ciseau et le marteau pour constater le gisement des couches consignées à leurs observations ? Mais les eaux courantes n'ont point d'yeux, point d'oreilles ; elles coulent sans délibération là où leur mouvement et la pente du terrain les entraînent ; elles ne peuvent mettre leur route en rapport avec aucun alignement ou direction donnée quelconque.

Un autre vestige que l'Océan a laissé de son séjour sur nos continens, se voit dans la manière dont les vallées se coupent et communiquent entre elles. Presque nulle part, dans toute l'étendue des Alpes, on ne rencontre d'espaces fermés de tous côtés par des montagnes. Le seul exemple qui s'en trouve dans les voyages de Saussure, est celui de la petite plaine occupée en partie par le lac de Flaine, au-dessus des rochers qui renferment la grotte de Balme. Cette plaine, très-élevée, de forme ovale, s'étend d'un quart de lieue dans le sens de son grand diamètre, d'un douzième de lieue seulement dans le sens de son petit diamètre; c'est le fond d'une espèce de cône tronqué et renversé, dont le pourtour est formé par les pentes des montagnes environnantes. A l'une des extrémités de cette plaine est un petit bois, duquel sort un ruisseau, qui, après l'avoir traversée en serpentant sur la verdure, se jette dans le lac demi-circulaire à son autre extrémité. Il faut bien que ce lac, qui reçoit continuellement, se dégorge quelque part, sans quoi il rempliroit tout le vide entre les montagnes qui l'entourent: Saussure croit que les belles

sources qui sortent de terre sur là route de Sallenche, en sont l'écoulement.

Voilà donc ce réduit de Flaine, unique en son espèce, qui a encore ceci de remarquable, qu'à défaut de communications latérales avec l'extérieur, il en a de souterraines. D'où il suit que lorsque la mer, par ses courans, ne s'est pas ouvert entre les montagnes des communications de côté, elle s'en est pratiqué par-dessous en vertu de sa pression ; en sorte qu'elle a laissé après elle des vestiges de toutes les manières dont elle peut agir sur son fond, et partant, qu'on ne peut douter que ce fond, c'est-à-dire les continens actuels, n'aient été formés dans son sein, et n'en soient sortis revêtus de tous les caractères propres à constater leur origine et à éloigner toute idée de bouleversemens postérieurs à leur émersion.

Faisons connoître à présent, par un exemple, les effets de la pression que l'eau exerce contre les parois des bassins qui la renferment. A gauche de la route de Sallenche à Servoz, il *y* a, dit Saussure, des montagnes d'ardoise plus ou moins pourrie, lesquelles, dans les enfoncemens

qui se trouvent çà et là sur leurs croupes, peuvent contenir les eaux qui s'y rendent. Or, du moment que ces eaux sont montées à un certain point dans leurs réservoirs, elles en renversent les parois, et poussent incontinent devant elles des torrens de boue et de cailloux avec des quartiers de pierre qui écrasent tout ce qui se trouve sur leur passage. Ce phénomène s'appelle, dans le pays, *le nant-sauvage* : il est bien propre à faire sentir combien, sous les profondeurs de l'Océan, il doit être rare que des enceintes ou enfoncemens quelconques sans issue puissent se former, et plus rare encore qu'ils puissent se maintenir : combien, par conséquent, est simple dans son origine et merveilleuse dans ses conséquences la communication des vallées entre les montagnes, effectuée au sein de l'Océan par le mouvement et la pression des eaux ; afin qu'un jour ce grand ouvrage étant mis à découvert, exposé aux rayons du soleil et au souffle des vents, les eaux se versent d'en haut sur les vallées inférieures, puis de celles-ci dans d'autres plus basses, et ainsi successivement, jusqu'à

ce que les rivières se forment, et que les fleuves, après avoir fécondé la terre, portent à la mer le superflu de la fonte des neiges et des glaces de l'hiver.

SECTION VII.

Formation des stalactites, des tufs, des grès, des poudingues et des brèches. Division des pierres en feuilletées et non feuilletées. Que les unes et les autres se forment par le ministère de l'eau, mais les feuilletées par voie de dépôt et de cristallisation seulement. Que l'absence de dépouilles d'animaux marins dans les granits, ne prouve pas que ces sortes de pierres ne se soient pas formées sous la mer.

Ayant demandé à quelqu'un qui avoit lu la partie précédente de cet ouvrage, s'il étoit convaincu que les continens se fussent formés sous la mer, il me répondit que quoique les raisons que j'en donnois fussent très-fortes, comme on ne voyoit pourtant point aujourd'hui de rochers naître et grandir au fond des mers, il ne pouvoit croire que ce qui ne se fait pas de nos jours se fût fait autrefois, à moins qu'on n'admît dans les tems passés des développemens de moyens

de moyens qui ne lui paroissoient pas être en la puissance des causes physiques actuelles.

Je jugeai, par cette réponse, que s'il y avoit quelque réplique à y faire, ce ne seroit qu'une connoissance approfondie de la formation des pierres qui pourroit la fournir; et comme leur destruction peut éclairer sur leur formation, j'observai d'abord que plusieurs pierres se décomposent par les seules influences de l'air; que celles dont on charge les chemins se convertissent en boue et en poussière sous les pieds des chevaux et sous les roues des voitures; que les eaux agitées usent les rochers sur qui elles roulent, et que des gouttes d'eau, tombant sur une pierre, la rongent avec le tems, sans qu'on puisse voir à chaque instant les particules qu'elles en détachent.

Cette dernière observation, plus qu'aucune des précédentes, démontre l'extrême ténuité des élémens des pierres, et la possibilité que l'eau en soit imprégnée sans qu'ils y soient visibles. Aussi les eaux, même les plus pures, déposent-elles sur leur fond des sédimens pierreux, plus ou moins épais, lorsqu'elles sont en repos et

en quantité suffisante pour que ces sédimens se fassent apercevoir.

Les concrétions pierreuses les plus grossières dont nous ayons connoissance, sont les stalactites suspendues aux voûtes d'un grand nombre de grottes et de cavernes. Les eaux qui transsudent au travers de ces voûtes, sont chargées d'une telle quantité de parties sableuses et terrestres, qu'arrivées dans l'intérieur de la caverne, elles adhèrent au lambris par leur viscosité, et y forment des pendans semblables à ceux des gouttières, lorsque la gelée surprend les eaux qui en découlent. Ces stalactites pierreuses se durcissent de plus en plus à l'air par l'évaporation de l'eau qui leur a servi de véhicule.

Les tufs sont des accumulations ou incrustations successives de dépôts pierreux qui, comme les stalactites, se durcissent à l'air. On en trouve fréquemment des amas dans le voisinage des montagnes primitives, parce que les neiges et les glaces dont ces hautes sommités sont couvertes, fondant sans cesse par-dessous, ruissèlent sur des rochers plus ou moins délités, les rongent et laissent tomber ensuite leurs détrimens sous la forme de tuf.

A demi-lieue de S.-Jean de Maurienne, le ruisseau qui se présente après avoir passé l'Arc sur un pont de pierre, dépose un tuf calcaire si abondant, qu'il a, en quelques endroits, plus de deux pieds au-dessus du sol. Les bords de ce dépôt se relèvent de manière à encaisser le ruisseau dans un canal demi-circulaire, plus même quelquefois que demi-circulaire, tant il se rapproche de la figure d'un cylindre creux, sans cependant y arriver.

La grotte de Balme offre le phénomène d'une concrétion spathique, formée sur son plancher au-dessus des flaques d'eau qui en couvrent certaines places. Ces concrétions, parvenues à un pouce d'épaisseur, donnent des tables qu'on ne peut rompre qu'à grands coups de marteau. La grotte, en quelques endroits, a pour faux fond de ces tables, qui résonnent sous les pieds à cause du vide qu'elles laissent entre elles et le véritable fond. La pellicule blanche qui se fait apercevoir sur l'eau de chaux et à la surface des eaux de source fortement imprégnées d'élémens calcaires, est sans doute le premier réseau de ces tables spathiques; elle s'épaissit ensuite à la manière

de la glace sur les eaux qui gèlent ; mais son tissu, dès sa naissance, est plus tenace que celui de la glace, sans quoi il se romproit, et gagneroit l'eau en vertu de sa pesanteur spécifique.

Les principes quartzeux et calcaires détachés de la cime du Buet par les eaux courantes, et entraînés avec elles, se rassemblent dans les fentes et les interstices des rochers inférieurs de la montagne, et y forment des cristaux quartzeux et spathiques.

On voit, au-dessus de Valorsine, deux montagnes qui ne sont séparées que par une crevasse. La première est un granit composé de quartz, de feldspath et de mica ; la seconde est un schîte traversé par des fentes obliques à ses feuillets ; plusieurs de ceux-ci, réunis, forment des couches de même direction et inclinaison qu'eux sur l'horizon. C'est dans les fentes de la roche schiteuse que Saussure trouve du granit de même composition que celui de la montagne granitique suréminente ; sur quoi il observe « que » pour tout homme versé dans la minéra- » logie, il est presque démontré que ce » granit a été formé dans ces fentes par » des eaux descendues de la montagne de

» granit, laquelle surplombe sur les roches
» feuilletées, et les tient comme écrasées
» sous son poids. Ces eaux, chargées des
» élémens de la montagne d'où elles cou-
» loient, venoient les déposer dans les fis-
» sures de la montagne schiteuse, où ils
» cristallisoient et reproduisoient la pierre
» dont ils étoient originaires. Lorsque les
» fentes d'un marbre ou d'une ardoise sont
» remplies de feldspath, de quartz ou de
» telle autre matière semblable, on décide,
» sans hésiter, que les élémens de ces corps
» parasites, comme les appelle Linnæus,
» ont été chariés par les eaux et ont cris-
» tallisé dans ces fentes : pourquoi donc,
» lorsqu'on voit des eaux imprégnées d'élé-
» mens granitiques s'infiltrer dans des fentes
» de rochers quelconques, ne prononce-
» roit-on pas que les concrétions graniti-
» ques qui remplissent ces fentes, sont le
» produit de ces eaux mêmes » ?

Saussure ajoute « qu'il a fait, à Sémur en
» Auxois, une observation qui va, comme
» la précédente, à établir qu'il peut se for-
» mer du granit dans les eaux par la cris-
» tallisation simultanée de deux ou trois
» genres de pierres. Le granit sur lequel est

» bâti Sémur se divise naturellement en
» grandes masses terminées par des côtés
» plans, et ces masses sont séparées çà et
» là par des crevasses d'une certaine lar-
» geur. Or on trouve dans ces crevasses
» des concrétions granitiques composées
» de feldspath et de mica, mélangés comme
» dans le granit en grosses masses, mais
» formant des grains beaucoup plus gros
» que les siens. A quoi donc attribuer ces
» concrétions qu'à une cristallisation opérée
» dans les eaux stagnantes, entre les fis-
» sures du granit primitif, par la coalition
» des élémens que ces eaux avoient déta-
» chés auparavant de ce granit même ».

Voici encore une observation de Saussure, tendant à prouver que les pierres se forment par l'intervention de l'eau. « J'ai vu,
» dit-il, sur le phare de Messine, auprès du
» gouffre de Charybde, des sables qui sont
» mobiles dans le moment où les flots les
» amoncèlent sur les bords, mais qui, par
» le moyen du suc calcaire que la mer y
» infiltre, se durcissent graduellement, au
» point de donner de bonnes pierres meu-
» lières. Ce fait est connu à Messine; on ne
» cesse de lever des pierres sur ces bords

» sans qu'elles s'épuisent, ni que le rivage
» s'abaisse ; les vagues rejettent du sable
» dans les vides, et en peu d'années, ce
» sable s'agglutine si bien, qu'on ne peut
» plus distinguer les pierres de formation
» nouvelle d'avec celles qui sont les plus
» anciennes ».

Ce ne sont pas seulement les eaux de la mer qui infiltrent dans les sables des sucs propres à lier leurs grains les uns aux autres ; on voit, en plus d'un endroit, les eaux douces produire le même effet sur les sables qu'elles traversent ; on les voit même lier et cimenter ensemble de gros graviers, et en faire des poudingues qui acquièrent, avec le tems, toute la solidité de ces sortes de pierres. Et quand on ne verroit pas les grès et les poudingues se former par l'intervention de l'eau, pourroit-on se refuser à l'idée que c'est elle qui a infiltré dans les sables des premiers le ciment qui en lie les grains ?. pourroit-on imaginer quelque autre liquide qui eût insinué entre les galets des seconds la pâte qui remplit leurs interstices comme le métal fondu remplit les cavités du moule dans lequel on le verse ? Cette formation des grès et des poudingues

a encore en sa faveur la loi de continuité : car si les eaux ont lié et cimenté des sables et des graviers d'une certaine grosseur, elles ont dû en lier et cimenter d'autres de grosseur quelconque; or c'est ce que les faits démontrent de la manière la plus complète.

Par rapport aux brèches, qui ne diffèrent des poudingues que parce que les pierres dont elles sont farcies sont des fragmens anguleux et non roulés d'une substance semblable à celle de la pâte qui les lie; quelle raison auroit-on d'attribuer leur formation à une autre cause que celle qu'on vient d'assigner aux poudingues? Et n'est-ce pas encore cette cause, c'est-à-dire l'eau, qui a charié dans les fentes de certains rochers les matières pierreuses qui en remplissent l'entière capacité, quelque étroite et sinueuse qu'elle soit, et à quelque profondeur qu'elle descende?

Quand j'ai dit qu'on voyoit les grès et les poudingues se former sous terre, je ne prétendois pas faire entendre qu'on les vît comme on voit les traits d'une figure se former sous la main du dessinateur, mais seulement, qu'avec le tems, on trouvoit des grès là où auparavant il n'y avoit que des

sables désunis ; et que de même on rencontroit des poudingues là où il n'existoit antérieurement que des cailloux incohérens. C'est dans le même sens que Saussure dit qu'il a vu des cristaux calcaires se former dans une bouteille d'eau d'Etrembières hermétiquement fermée ; ces cristaux ne croissoient pas à vue d'œil dans cette bouteille, mais au bout d'un an il les y aperçut tout formés.

Le mérite de cette expérience, pour fixer en certains cas le sens du mot *voir*, est infiniment subordonné à celui qu'elle a de nous mettre en main les conséquences suivantes; savoir, que puisqu'une bouteille remplie d'eau chargée d'élémens calcaires, s'incruste de cristaux calcaires, pareillement une bouteille d'eau chargée d'élémens magnésiens, barytiques, siliceux, s'incrusteroit de cristaux de ces différens genres. Cette conséquence est aussi naturelle que cette autre : une eau chargée de sel marin a déposé dans une bouteille des cristaux de ce sel même; donc, si elle eût été chargée de nitre, d'alun, de vitriol, elle y auroit déposé les cristaux de ces différens sels. En général, tout ce que l'eau peut dissoudre,

tout ce dont elle peut se charger, elle peut le déposer sous la forme qu'il avoit auparavant, si ce n'est encore sous une forme plus réguliére.

Puis donc que l'eau, passant sur des rochers quelconques, se charge de leurs principes; que l'on voit même diverses pierres se former par le ministère de l'eau; il ne peut rester aucun doute que la plupart de ces substances ne proviennent de cet élément. Mais toutes en proviennent-elles? Non : il y en a plusieurs qui sont le produit des volcans ou du feu de la houille, lorsquelle vient à s'enflammer sous la terre. Les laves, les basaltes, les pierres ponces, sont de la première espèce; les pierres altérées par le feu sans que leur nature soit totalement changée, sont de la seconde espèce. Mais tant les unes que les autres résultent de matières visiblement mises en fusion parfaite ou imparfaite par l'action du feu.

Ce n'est pas de ces pierres qu'il est ici question; il s'agit de celles qui ne sont pas l'ouvrage du feu : sont-elles celui de l'eau, et ce liquide leur a-t-il imprimé de tels caractères, qu'on ne puisse raisonnablement

nier que c'est dans son sein qu'elles se sont formées ?

Afin d'éclaircir ce fait si important, nous diviserons les pierres en feuilletées et non feuilletées : feuilletées, celles qui, comme les schîtes, sont évidemment composées de feuillets ; non feuilletées, celles qui, comme les granits, sont des agrégés de cristaux divers unis les uns aux autres par la seule intimité de contact, sans cément intermédiaire et sans aucun vestige de feuillets.

Saussure prétend que les granits, quoique non feuilletés, sont pourtant disposés par couches ; il se fonde sur ce que les bancs de granit suivent les mêmes alignemens que les bancs de rochers bien reconnus pour être disposés par couches, et sur ce que, comme ceux-ci, ils sont séparés par des matières qui leur sont étrangères. On lui répond qu'une simple prolongation de matériaux de la même espèce, quelque bien séparée qu'elle soit de ses voisines, n'est pas une couche, mais un tas de ces matériaux mêmes ; qu'il faut, pour constituer une couche, quelque indice de dépôt, que les granits n'en fournissent point; que, par

conséquent, ils ne sont pas disposés par couches.

Quelque parti que l'on prenne dans cette controverse, toujours s'ensuit-il que, quelque partagés d'opinion que s'y montrent les lithologistes, ils conviennent pourtant assez, qu'excepté les granits, toutes les pierres sont composées de feuillets; puisque ce n'est qu'à raison de ce que les granits n'en ont pas, que les uns nient aux autres que les rochers de cette espèce soient disposés par couches; et que par rapport aux pierres non granitiques, ils s'attendent si bien à leur trouver des feuillets, que c'est à ces feuillets mêmes qu'ils ont recours pour décider, en certains cas difficiles, de la direction des couches, attendu que celles-ci sont toujours disposées dans le même sens que leurs feuillets. Toutefois, sans affirmer que les granits soient les seules pierres qui n'aient pas de feuillets, commençons par exposer les raisons qu'on a de les croire formés sous l'eau; nous déduirons ensuite celles qui donnent aux schites la même origine, après quoi nous verrons ce qu'il y aura à dire des pierres qui ne se rapporteroient ni à l'un ni à l'autre de ces deux genres.

Saussure compte jusqu'à huit sortes de pierres qui, plus ou moins régulièrement cristallisées, peuvent entrer dans la composition des granits. Ces pierres sont le quartz, le feldspath, le mica, le schorl, la stéatite, le jade, le grenat et le spath calcaire. Les trois ou quatre premières sont les ingrédiens les plus ordinaires des granits; mais les trois premières seules, le quartz, le feldspath et le mica, sont celles dont les composés font ressortir de la manière la plus évidente le caractère granitique, c'est-à-dire, la coalition d'une infinité de cristaux en grains adhérens les uns aux autres par la seule intimité de contact sans cément intermédiaire. Or, que conclure de la réunion en masse de tous ces petits cristaux, si ce n'est que leurs élémens, dissous préalablement dans l'eau, s'y coalisèrent en vertu de leurs affinités chimiques, et formèrent le tout dont ils font actuellement partie. C'est ainsi, dit Saussure, qu'une eau saturée de différens sels, dépose dans le vase qui la contient les cristaux de tous ces sels, plus ou moins entrelacés les uns dans les autres.

En effet, des corps transparens, de figure

régulière, tels que prismes, pyramides, polyèdres, etc., en quels lieux pourroient-ils s'être formés que dans un espace libre, où leurs élémens fussent à portée de se rencontrer par leurs faces les plus analogues, et de figurer, par leur réunion, des corps transparens et réguliers ; et quels espaces libres connoissons-nous sur la terre, que ceux qui sont occupés par l'air ou par l'eau? Mais l'eau seule peut se charger des élémens propres à la composition des corps pierreux, l'eau seule peut les tenir suspendus dans toutes les parties de sa masse, et mettre ainsi en jeu leurs affinités ; l'eau seule de l'Océan peut les contenir en quantité suffisante pour former des rochers et des montagnes de granit, telles que sont celles qui frappent la vue par-tout où la terre est chargée de grandes chaines, comme les Alpes, l'Atlas et autres semblables.

Ces idées, si naturelles et si connexes, acquièrent un caractère de vérité plus sensible encore, lorsqu'on prend en considération particulière le cristal de roche, pour remonter à la cause qui peut l'avoir produit. On sait que ce minéral se trouve dans les cavités de roches granitiques ou de

roches feuilletées, sous la forme de prismes hexagones, portant quelquefois sur chacune de leurs bases, d'autres fois sur l'une d'elles seulement, une pyramide hexagone dont les arêtes aboutissent toujours à celles du prisme. Ces cristaux sont d'une transparence telle, qu'on la prend pour terme de comparaison quand on veut donner une haute idée de la limpidité des eaux. Ils ne sont pourtant pas tous si diaphanes ; souvent ils renferment des corps étrangers, les uns dans l'état pulvérulent, comme la stéatite verte ; les autres en masse, comme des morceaux de mica ou de schorl, des pyrites, des filets d'amiante, d'autres petits cristaux, et quelquefois même des gouttes d'eau. Plus souvent encore ils sont teints de quelque couleur, brune, rouge, violette, etc., provenant d'un oxyde métallique très-atténué, intimément uni à la terre cristallisante.

Or, plus on réfléchit sur ces corps adventifs unis au cristal, et plus on se pénètre de l'idée que le procédé de la nature dans la cristallisation est le même, à bien des égards, que dans la congélation : des aiguilles cristalliques se forment d'abord dans la liqueur en travail ; ces aiguilles s'appuient

les unes contre les autres sous des angles constans ; peu à peu le tissu se serre, et enfin se consolide : en sorte que si, pendant que cela se passe, quelque corps étranger tombe dans la liqueur, celle-ci, continuant à déposer les principes dont elle est chargée, en fait à ce corps une prison, où il peut rester enfermé pendant des siècles.

Quant aux poussières et aux couleurs qui se manifestent dans plusieurs cristaux, elles font preuve aussi d'un état préalablement liquide de la matière cristallisante ; car si elle eût été solide, comment auroit-elle pu se pénétrer de ces poussières, et dissoudre l'oxyde qui la colore ?

Ainsi les cristaux étant l'ouvrage des affinités chimiques mises en activité dans l'eau, il ne peut rester aucun doute que les granits, composés d'une multitude innombrable de petits cristaux, ne soient l'effet de la même cause. D'ailleurs, les druses de cristal étant adhérentes au granit comme les branches au tronc de l'arbre qui les porte, ce n'est pas seulement la nature cristallique du granit qui le renvoie à la même cause que les grands cristaux ; c'est son intime union

union avec eux et la loi de continuité qui s'observe dans cette union.

Quelque suffisans que soient ces détails pour opérer une entière conviction que les cristaux, et par conséquent les granits, se sont formés sous l'eau, je me permettrai de revenir sur le phénomène en grand, afin d'en mettre le résultat sous une forme plus sensible et frappante. Un voyageur qui ne sait point encore où se trouve le cristal, ni si c'est une production de l'art ou de la nature, monte sur les Alpes à une hauteur de mille toises, et arrive au pied d'une pyramide de granit taillée à pic de son côté. Là des cristalliers, ardens à l'ouvrage, font tomber à ses yeux un pan de rocher qui découvre à l'intérieur une immense galerie de cristaux et de spaths : pour la première fois le soleil brille sur ce pavé inégal, hérissé de pointes inclinées en tous sens ; la lumière s'y brise et s'y réfléchit de mille manières ; le spectacle est éblouissant : mais rien n'égale l'étonnement du voyageur, lorsque, s'approchant de plus près, il distingue les figures prononcées des parallélépipèdes, des prismes et des pyramides ; il admire les plans si bien dressés de leurs

faces, leurs intersections si droites et si déliées; il est frappé de la ressemblance de ce phénomène à celui des sels cristallisés sur le fond et les côtés des vases pleins de l'eau dans laquelle ils furent dissous. De là il conclut que la caverne doit avoir aussi été pleine d'une eau qui tenoit en dissolution les élémens des cristaux qu'elle renferme; puis s'apercevant que cette caverne n'est point assez vaste pour que toute son eau, saturée de ces élémens, ait pu fournir matière à tant de cristaux, il suppose que des eaux suréminentes auront suppléé les principes nécessaires; et le voilà au point de s'être fait une idée de la génération des cristaux, et d'avoir conçu celle que l'Océan s'est élevé jadis sur les hauteurs où il vient d'arriver avec tant de peine.

Je passe aux roches feuilletées, c'est-à-dire, aux pierres dont la substance est la même que celle des granits, mais qui sont universellement reconnues pour être disposées par couches. Ces couches sont séparées les unes des autres par une matière qui leur est étrangère, mais chaque couche est composée de feuillets immédiatement appliqués les uns aux autres sans rien qui

les sépare. Les surfaces de ces feuillets sont parallèles entre elles, et la surface d'une couche résultant des surfaces extérieures de ses feuillets extrêmes, il s'ensuit que les surfaces des couches et les couches même sont toujours parallèles à leurs feuillets.

Les roches feuilletées ou schîtes durs sont donc stratifiées, tant à raison de leurs couches qu'à raison de leurs feuillets. Mais la stratification des substances terrestres est si bien regardée comme la preuve de leur formation par voie de dépôt, que c'est premièrement d'elle que d'anciens philosophes inférèrent que les continens n'étoient autre chose que la lie et le sédiment des eaux. Donc les schîtes durs ont un titre de plus que les granits à être réputés aquiformes, puisqu'ils sont de même substance qu'eux, qu'il entre aussi dans leur composition une multitude infinie de petits cristaux, et que, de plus, ils sont stratifiés. La différence des uns aux autres paroît avoir dépendu de ce que les schîtes durs se sont formés dans une eau sursaturée, tandis que les granits se sont formés dans une eau qui n'étoit au plus que saturée de leurs

élémens communs. Il résultoit de là que les granits n'étoient le produit que des affinités chimiques, au lieu que les roches feuilletées étoient l'effet conjoint de ces affinités et de la pesanteur qui entraînoit sur leurs assises des matières qui les stratifioient. De là encore il devoit résulter que les roches feuilletées prissent d'abord des accroissemens plus prompts que les granits, mais cessassent plutôt de croître, parce qu'une eau sursaturée d'élémens pierreux fournit plus à la lapidification, mais ne s'élève pas autant dans le liquide dont elle fait partie, qu'une eau qui n'en est que saturée. Les granits durent donc regagner sur les roches feuilletées ce qu'ils avoient perdu d'abord, et atteindre avec le tems à des hauteurs plus grandes. Or, c'est ce que l'on voit par-tout dans les grandes chaînes.

Cette explication de la suréminence d'un genre de montagnes sur un autre, n'est pas la seule qui dérive de la cause qu'on vient d'assigner à la formation des roches feuilletées et des granits. Pour peu qu'on réfléchisse sur les phénomènes dépendans de cette cause, il n'en est aucun dont elle ne rende raison d'une manière satisfaisante :

ainsi, par exemple, les pierres que Saussure a fait connoître sous le nom de *granits veinés*, lesquelles sont composées de quartz, de feldspath et de mica, montrent ce dernier rangé par files parallèles entre elles, qui ne se détournent qu'à la rencontre des grains de quartz et des cristaux de feldspath, après quoi elles reprennent leur direction première. Ces pierres se laissent plutôt fendre dans le sens de leurs files ou veines de mica, que transversalement à ces veines mêmes ; elles ne sont pourtant pas disposées par feuillets; en sorte que c'est une espèce moyenne entre les granits proprement dits et les roches feuilletées. Or, la cause assignée à la production de ces deux derniers genres, rend très-bien raison de ce phénomène; elle ne donne, pour le réaliser, que des commencemens, des ébauches de feuillets, au lieu que pour produire les granits, elle ne donne pas même ces ébauches; et que pour les roches feuilletées elle fait l'ouvrage en entier. Autrement, dans le cas des granits, elle n'opère point du tout par voie de dépôt; dans le cas des granits veinés, elle opère déjà sensiblement par cette voie; et dans celui des roches

feuilletées, elle opère jusqu'à production complète de l'effet en question. D'où il suit qu'entre les vrais granits et les roches feuilletées, il peut et doit même exister une infinité de nuances de granits veinés; et c'est aussi ce que les observations confirment de la manière la plus positive.

Une autre circonstance de texture particulière aux schîtes durs dont le système proposé donne l'explication, c'est que les feuillets de ces roches ne sont, ni de même épaisseur dans toute leur étendue, ni toujours plans; que souvent ils procèdent par ondes, sont pliés et repliés en forme de Z ou en zigzags encore plus redoublés.

Vallérius prétend que ces plis des schites sont l'effet de froissemens, et en général d'impressions faites sur la pierre pendant qu'elle étoit encore molle et flexible. Saussure convient de la possibilité de pareils accidens, mais il pense néanmoins que, pour l'ordinaire, c'est la cristallisation qui a produit les plis et replis dont il s'agit; et la preuve qu'il en donne, c'est que les albâtres, qui sont indubitablement l'ouvrage de la cristallisation, montrent dans leurs couches et feuillets les mêmes plis et replis que les schîtes.

Reste donc à savoir comment, dans le système proposé, les plis d'une feuille pierreuse quelconque peuvent s'expliquer. Or si la cristallisation, jointe à une précipitation lente d'élémens pierreux, a paru rendre raison de l'extension planiforme des feuillets de pierre, de l'adhérence des uns aux autres, de leur parallélisme et de l'égalité d'épaisseur de chacun d'eux, il est aisé de concevoir que dans un liquide qui n'est jamais parfaitement tranquille, et qui ne tient en dissolution, ni toujours ni par-tout dans sa masse, la même quantité d'élémens pierreux, il doit se faire une multitude d'exceptions à toute règle générale de lapidification; qu'aussitôt que sur un feuillet nouvellement formé il s'élève une éminence, soit par dépôt extraordinaire, soit par cristallisation, c'est un principe d'irrégularité pour le feuillet suivant, l'origine d'un changement de direction, d'un pli, lequel peut être suivi de plusieurs autres. Cela n'arrive pas dans les granits, parce que l'eau dans laquelle ils se forment n'étant au plus que saturée d'élémens pierreux, ne les dépose pas par feuillets; mais on observe dans leurs agrégés d'autres irrégularités dépendantes

du plus ou moins de mica, de quartz, de feldspath, contenu dans les différentes parties du liquide générateur. De là, ces grandes veines de quartz, de schorl, de feldspath, qui les traversent ; de là, ces rognons de schîtes, de granits veinés, ces nids de calcédoine et d'autres pierres qui y sont contenus, et qui se sont formés en même tems que le pur granit. Tous ces accidens dérivent, sans beaucoup de difficulté, du système de lapidification qui a été proposé.

Ce ne sont pas seulement les granits dont l'intérieur est diversifié par des substances pierreuses d'une autre nature que la leur. Près de Vaucluse, Saussure trouve des rochers de pierre calcaire compacte, dans lesquels on voit des veines de pétrosilex et des noyaux de même substance disposés par files parallèles entre elles et aux couches de la pierre environnante ; les plus gros ont un pied et plus de diamètre, sur cinq à six pouces d'épaisseur ; quelques-uns sont composés de couches concentriques, les unes grises, les autres brunes. Voilà donc des produits aquiformes, puisque non-seulement la pierre calcaire est disposée par couches, mais que quelques noyaux le sont

aussi. Par conséquent il faut, ou que ces couches et ces noyaux se soient formés dans le même tems, ou que les noyaux antérieurs aux couches, aient été jetés sur elles pendant qu'elles prenoient leur accroissement. Mais cette seconde supposition ne peut s'accorder avec le parallélisme des lignes sur lesquelles ces noyaux sont rangés ; parce que des pierres jetées au hasard sur une assise quelconque, ne se rangent point en lignes parallèles entre elles. Donc les couches et les noyaux se sont formés ensemble dans une eau chargée d'une grande quantité d'élémens calcaires et d'une quantité beaucoup moindre d'élémens pétrosiliceux : les premiers composoient la pierre calcaire continue ; les seconds la pierre pétrosiliceuse discontinue ; le tout en vertu de leurs affinités prédilectives.

Saussure voit encore, sous les rochers de Blaitière, des rognons de quartz dans un banc de talc, et il observe que les rochers de cette montagne n'étant point de quartz, ce ne peut être de leurs flancs que les rognons de quartz sont descendus sur les couches de talc ; qu'ils ne peuvent pas mieux être montés sur ces couches depuis les

précipices inférieurs ; que, par conséquent, ces couches et ces rognons se sont formés sur place dans le même tems, et que le talc étant de toutes les productions pierreuses la plus aquiforme, les rognons qui ont pris naissance avec lui ne peuvent être d'une origine différente de la sienne.

Les schîtes recèlent fréquemment aussi dans leur intérieur, des nœuds de quartz ou de feldspath, tous alongés dans le sens des feuillets schîteux qui les renferment, et tous enveloppés par ces feuillets de manière à ne laisser aucun vide entre deux. Par conséquent la pierre contenue doit encore être ici de même date que la pierre contenante : du moins comprend-on alors pourquoi les nœuds s'alongeoient tous dans le sens des feuillets ; un cours d'eau dans ce sens même explique fort bien le phénomène ; au lieu que si l'on pose en fait que les nœuds ne se sont pas formés en même tems que les feuillets, qu'on veuille que ces nœuds tout formés aient été jetés sur le schîte pendant qu'il se stratifioit, on ne voit plus pourquoi tous ont dirigé leur plus grand diamètre dans le sens des couches sur qui ils tomboient. Du reste, que les

schites et les nœuds de quartz ou de feld-spath qu'ils renfermoient soient de même date ou non ; l'union intime du contenant et du contenu ne peut mieux s'expliquer que par un liquide capable d'insinuer la matière lapidifique dans les cavités les moins accessibles du tout, et d'en lier ainsi les parties sans aucun vide intermédiaire : c'est donc encore à l'eau qu'il faut recourir pour trouver la cause des pierres composées dont il est ici question.

J'en dis autant des silex ou pierres à fusil qui se rencontrent si fréquemment dans les couches de craie, des rognons schîteux contenus dans des lits d'ardoise, et des pyrites renfermées dans ces rognons mêmes. Toutes ces substances, incorporées à d'autres avec des indices certains que l'une au moins est l'ouvrage de l'eau, et que ce n'est point le hasard qui jeta celle qui est contenue dans celle qui la contient ; toutes ces substances, dis-je, sont les produits d'une eau imprégnée de leurs élémens dans la proportion requise pour former le tout qui en résulte.

Ainsi les granits, les schîtes, les grès, les poudingues et nombre d'autres rochers farcis de pierres d'un genre différent du

leur, sont l'ouvrage de l'eau : les uns parce qu'ils contiennent des cristaux ; d'autres parce qu'ils sont disposés par couches; d'autres encore parce que leurs diverses parties sont liées de manière qu'il ne reste aucun vide entre elles, aucun interstice qui ne soit plein de la matière pierreuse; qu'il est prouvé d'ailleurs que leurs différentes parties se sont formées dans le même tems, et que l'une d'elles au moins est disposée par feuillets, ou contient des cristaux.

Présentement donc, de quels rochers pourroit-on dire qu'ils ne fussent pas le produit d'une eau imprégnée de leurs élémens? Seroit-ce de certains marbres à couches épaisses, destituées de ce feuilletage qui décèle à chaque feuillet un dépôt, et, par conséquent, une solution préalable de la matière pierreuse dans un liquide? Mais, 1.° la plupart des marbres contiennent des pétrifications; 2.° tous renferment des veines et des nids de spath; 3.° tous sont susceptibles d'un poli éclatant qui résulte d'une première feuille diaphane appliquée contre un massif opaque, comme il paroît par les grains transparens de leur cassure, lesquels sont autant de petits cristaux; 4.° les oxydes

métalliques qui colorent les marbres font preuve que ces marbres se sont formés dans une eau imprégnée d'une matière infiniment atténuée, laquelle les pénétroit par-tout où l'accès n'étoit refusé à cette eau ni par une autre eau, ni par des concrétions pierreuses déjà toutes formées, et les coloroit, lors du moins que son principe colorant n'étoit pas repoussé par des affinités contraires aux siennes.

Les pierres calcaires compactes, celles qui ne sont pas grenues et ne renferment ni pétrifications ni principe colorant, ne remontent directement à une origine aqueuse que par les spaths en nids ou en veines qui s'y rencontrent, et par les feuillets de leurs couches. Par conséquent, lorsque ces feuillets viennent à manquer, il ne reste plus que les spaths, lesquels, venant à manquer aussi, la ressemblance d'ailleurs parfaite des pierres calcaires compactes sans spaths ni feuillets, aux pierres calcaires compactes avec spaths et feuillets, ne laisse aucun doute sur l'identité d'origine des unes et des autres; parce que, si, pour former la pierre calcaire compacte à spaths et à feuillets, la terre calcaire a dû rencontrer dans

l'eau l'acide qui en a fait une pierre ; c'est aussi dans l'eau que cette terre a dû rencontrer cet acide pour former tant la pierre calcaire avec spaths sans feuillets, que la pierre calcaire avec feuillets sans spaths, et enfin la pierre calcaire sans spaths ni feuillets.

La comparaison du jaspe au porphyre présente un cas semblable : le jaspe est un bol argileux très - évidemment mêlé de la terre siliceuse qui constitue les agates : le porphyre est un jaspe farci de cristaux réguliers, de schorl et de feldspath. De part et d'autre, c'est la même pâte, là pure, ici mêlée de cristaux. Or si ces cristaux renvoient à l'eau la formation du porphyre, quel doute peut-on avoir que le jaspe, qui lui ressemble parfaitement pour le fond, n'ait la même origine? En général, quelles que soient les substances qui entrent dans la composition d'une pierre saus cristaux ni feuillets, s'il se trouve quelque pierre de même substance qui contienne des cristaux et des feuillets, on n'attribuera point à l'une de ces pierres une autre origine qu'à l'autre. Par conséquent, l'eau, chargée d'élémens pierreux, est la véritable cause efficiente de

toutes les pierres, attendu qu'on n'en connoît point qui, si elles manquent de cristaux et de feuillets, ne soient d'ailleurs de même substance que telle autre pierre à feuillets ou à cristaux.

Une difficulté cependant vient faire suspecter cette conclusion : les granits, tout composés qu'ils sont de cristaux, ne renferment point de corps marins; donc les granits ne se sont pas formés sous la mer, ils ne sont pas l'ouvrage de l'eau.

Le fait sur lequel repose cette difficulté n'est pas le seul de son espèce : non-seulement on ne trouve point de débris de corps marins dans les granits, on n'en trouve pas non plus dans les gypses, soit plâtreux, soit participant de la dureté du roc. On n'en voit pas davantage dans les schîtes durs composés des mêmes élémens que les granits; mais on en trouve dans les schîtes tendres qui contiennent beaucoup d'argile. Il n'y en a point dans le cœur des montagnes calcaires, mais il y en a dans leurs enveloppes. On n'en a point vu dans les grès durs ou tendres de notre vallée, mais on en voit en Piémont et ailleurs dans des pierres de cette espèce. Pallas rapporte que l'Ischim,

rivière de Sibérie, est bordée en partie d'une argile sablonneuse jaunâtre où ce seroit en vain qu'on en chercheroit ; il ne manque pourtant pas ailleurs de couches argilo-sableuses qui en sont semées. En général, il y a nombre de couches terrestres dans lesquelles la chance de trouver des coquillages n'exclut point celle de n'en pas trouver.

Ainsi la question, Pourquoi certaines natures de pierre ne renferment-elles jamais de corps marins? donne lieu à cette autre, D'où vient que certaines couches, soit du genre pierreux, soit du genre des terres et des sables, renferment quelquefois des débris de corps marins, et quelquefois n'en renferment point? Et ces deux questions en font naître une troisième : Pourquoi, si toutes ces couches se sont formées sous la mer, y en a-t-il qui ne contiennent jamais de corps marins, pourquoi y en a-t-il qui quelquefois en contiennent et d'autres fois n'en contiennent point?

On lit dans les lettres physiques de Deluc, qu'en Allemagne, le long du Rhin, et loin à l'orient de ce fleuve, il y a de grandes chaînes de montagnes volcaniques, les unes couvertes de débris de corps marins, les

autres

autres où il n'y en a pas un seul. La raison qu'il en donne, c'est que celles qui en sont couvertes, sortirent éteintes de dessous les eaux de la mer; en sorte que, par aucune éruption postérieure, elles ne purent masquer les couches qui les envoleppoient alors; au lieu que celles qui n'en sont pas couvertes, sortirent de la mer avant d'être éteintes, et enfouirent sous des éruptions subséquentes les dépôts marins qui les tapissoient lors de leur émersion. Voilà une cause on ne peut miéux trouvée de la présence de corps marins dans quelques couches, et de leur manque total dans d'autres couches de même nature.

En voici une de Saussure qui n'est pas moins satisfaisante : depuis Alassio jusqu'à Porto-Fino sur la côte de Gènes, c'est-à-dire, par un espace de 80 milles, il suit constamment le bord de la mer, en regardant attentivement sur le sable et dans l'algue vomie par les flots sur la grève, pour découvrir les coquillages qui pourroient s'y rencontrer; mais il n'en voit pas un seul, pas même le plus petit fragment : d'où il conclut que s'il y a des montagnes qui ne renferment point de coquillages, il ne s'en-

suit nullement qu'elles ne se soient pas formées sous la mer ; conclusion qui peut s'énoncer aussi en disant que si certaines couches sorties de la mer ne contiennent pas de coquillages, cela vient de ce qu'il n'en existoit point dans le parage qui les vit naître, quoiqu'il pût en exister au même lieu, avant et après leur formation. Cette distinction de tems nous est suggérée par ce que dit Vild, qu'entre le Mont-Blanc et le grand S.-Bernard, il y a des couches de gypse qui portent des couches coquillières de pierre à chaux ; d'où il paroît que lorsque le gypse se formoit, la mer en cet endroit ne nourrissoit point de coquillages, mais qu'elle en nourrissoit lorsqu'elle y déposa le calcaire à coquilles.

Ces faits et ces réflexions démontrent que, dans quelques cas, on rend fort bien raison de ce que certaines couches renferment des corps marins, et de ce que d'autres couches de même nature n'en renferment point. Mais il y a d'autres cas où la cause de cette différence n'est pas si facile à assigner : ainsi, par exemple, pourquoi les noyaux des monts calcaires ne renferment-ils pas de débris de corps marins, tandis

que leurs enveloppes en renferment? Dire que le roc intérieur de ces montagnes est d'un grain plus fin, plus dur et plus serré que celui de leurs enveloppes; que par conséquent les coquillages, dès l'origine de ce roc, n'ont pu s'y empêtrer si facilement que dans l'autre ; c'est bien donner une raison du fait, mais elle n'est pas péremptoire ; elle ne semble prouver autre chose, sinon que le nombre de coquillages devroit être beaucoup moindre dans le cœur que dans les enveloppes des montagnes calcaires : or il n'est pas beaucoup moindre, il est presque nul ; c'est très-rarement que l'on trouve des coquillages dans le cœur des montagnes calcaires.

Cette légère différence ne nous empêchera pourtant pas de recourir encore aux qualités opposées de dureté et de mollesse, pour rendre raison de ce qu'il se trouve des coquillages dans les schîtes tendres, où il entre beaucoup d'argile, tandis qu'il ne s'en trouve point dans les schîtes durs ou roches feuilletées faites des mêmes élémens que les granits : mais auparavant il faut poser les faits.

On lit dans les Voyages aux Alpes, § 605,

que les roches feuilletées sont, comme les granits, dénuées de toute espèce de vestige de corps marins. D'un autre côté, Deluc nous dit qu'il a trouvé nombre de coquillages dans le rocher de schîte sur lequel est bâtie la citadelle de Coblentz. Les couches de ce rocher sont très-relevées sur l'horizon, et se décomposent en argile, de même que plusieurs autres couches schîteuses à l'orient du Rhin, lesquelles contiennent aussi des coquillages.

Cela posé, si l'on trouve des corps marins dans les schîtes argileux, cela vient de ce que durant leur formation, ces schîtes étoient en pâte molle, au moins à leur surface, et que cette pâte pouvoit engluer les corps qui venoient s'y reposer : au contraire, si l'on ne trouve pas de coquillages dans les schîtes durs, c'est que ce genre de pierre n'est jamais en pâte molle à sa surface même, attendu que ses principes constitutifs sont si menus, qu'ils s'unissent d'abord intimément par de grandes surfaces comparativement à la petitesse de leurs molécules.

Voilà pour ce qui concerne les substances sujettes à contenir des coquillages comme à n'en contenir pas. Quant aux granits et

aux gypses qui n'en contiennent jamais, voyons aussi de quelle manière, en supposant qu'ils se sont formés sous la mer, on pourroit expliquer ce manque total de débris marins dans leur intérieur.

Et d'abord on observera que les gypses résultent de l'acide sulfurique combiné avec la terre calcaire. Or il est possible et même vraisemblable que la causticité de cet acide soit si contraire à la vie animale, qu'elle ne permette pas aux coquillages d'exister dans les eaux qui en sont fortement imprégnées. Cette vraisemblance se fortifie quand on pense à ces couches de gypse qui, au rapport de Vild, soutiennent des couches coquillières de pierre à chaux : car si celles-ci font voir par leurs coquilles qu'elles se sont formées sous la mer, celles-là s'attribuent la même origine, tant par la place qu'elles occupent, que parce qu'elles sont des réceptacles de sel marin, et qu'elles contiennent des cristaux de gypse. Or les secondes comme les premières étant ainsi l'ouvrage de l'eau, la différence qui est entre elles ne provenant que de l'acide avec lequel la terre calcaire s'y trouve combinée, on ne voit d'autre raison pourquoi les unes

contiennent et les autres ne contiennent pas de coquillages, sinon que l'acide sulfurique des gypses effarouchoit l'instinct de l'animal vivant, tandis que l'acide carbonique des pierres à chaux ne le repoussoit pas.

Par rapport aux granits, les avis sont diamétralement opposés : Deluc ne leur voit aucun des caractères d'une production marine ; il pense que les montagnes qui en sont composées sont aussi anciennes que la planète sur qui elles existent, qu'elles furent du moment que la terre fut ; et à raison de cette ancienneté, il les qualifie de *primordiales*. Pallas est du même avis : Autant vaudroit, dit-il, demander la cause des planètes et des étoiles fixes, que de demander celle des montagnes de granit. Vild ne pense pas de même : La cristallisation, dit-il, est inadmissible comme cause des couches pierreuses ; c'est tout au plus des montagnes granitiques qu'on peut croire quelque chose de semblable. Saussure adopte la seconde partie de cet avis, mais décidément et sans aucune hésitation : il ne manque, suivant lui, à la preuve complète de la formation des granits sous la mer, que la présence de quelques coquillages dans leur intérieur. Ainsi nous

voilà ramenés à la question, Pourquoi, si les granits se sont formés sous la mer, ne renferment-ils point de coquillages?

Je préparois la réponse à cette question, quand je disois, d'après l'observation, que les schîtes et les rochers de pierre calcaire commune contenoient d'autant moins de coquillages qu'ils étoient plus durs, et que les plus durs n'en contenoient point du tout. En effet, le granit étant la plus dure des pierres, il n'y a rien de surprenant à ce qu'il ne renferme pas plus de coquillages que les roches feuilletées et les noyaux des montagnes calcaires, formés comme lui sous les eaux de la mer.

M'objectera-t-on que, comme il y a des schîtes durs et des schîtes tendres, il y a aussi des granits durs et des granits tendres; qu'on en trouve qui s'égrènent entre les doigts, qu'il y en a même qui sont actuellement décomposés en sables grossiers. Mais il ne s'agit pas ici de l'état de décrépitude, il s'agit de l'état primitif et originel des granits. Or, qui pourroit dire que, dans celui-ci, ils n'eussent tous été d'une grande dureté, attendu que la cristallisation se manifeste dans leur intérieur d'une

manière plus sensible que dans toute autre pierre, et que c'est toujours à raison de ce que la cristallisation des corps est plus distincte et parfaite, qu'ils ont plus de dureté. La raison en est simple, les principes constitutifs se réunissent alors avec plus de précision et de justesse ; ils se touchent par des surfaces plus grandes, et tiennent les uns aux autres avec une force proportionnée à l'étendue de ces surfaces. D'ailleurs, la preuve que les granits qui sont aujourd'hui tendres et friables, ne l'ont pas toujours été, c'est qu'on en trouve souvent sous la forme de cailloux roulés qui se brisent au moindre effort, et qui ont dû pourtant soutenir de rudes chocs dans les eaux qui les ont arrondis et chariés jusque sur la place d'où on les relève. Les granits sont donc tous d'une dureté originelle très-grande, aussi grande pour le moins que celle des roches feuilletées les plus dures ; par conséquent, ils n'ont pu rapporter de la mer où ils se sont cristallisés, plus de coquillages que les roches feuilletées.

Saussure, pour expliquer ce phénomène, hasarde une conjecture ; il dit qu'au tems où les granits se sont formés, la mer ne

contenoit peut-être point encore de corps animés. Mais elle contenoit au moins des végétaux, des pierres ou autres corps durs quelconques; et l'on ne trouve pas plus de corps de ces espèces dans les granits que de coquillages.

Quant à ce que dit Pallas, que demander la cause des montagnes de granit, c'est demander celle des planètes et des étoiles fixes, il y a pourtant quelque différence : ni les planètes ni les étoiles fixes ne se détruisent; les granits, au contraire, prennent fin avec le tems. Or, de tout ce qui périt, on peut demander comment il se régénère; sa destruction a été abandonnée aux causes secondes, rien ne nous assure que les mêmes causes n'aient été chargées de sa reproduction : on peut donc s'enquérir des unes et des autres. Mais de ce qui ne périt point, semblables questions ne peuvent se faire, parce qu'elles manquent d'objet; l'impérissable dérive immédiatement de la cause première qui a ordonné sa conservation à toujours; il est hors de la sphère des causes secondes. C'est à trouver celles de ces causes qui se rapportent aux existences passagères, que les physiciens mettent leur principale

étude, et c'est à l'aide de leurs lumières et de leurs observations que je suis arrivé avec eux à la cause génératrice des divers genres de pierres, que j'ai ramené à sa dépendance les faits qui paroissoient s'en éloigner, et qu'en particulier j'ai trouvé le moyen de concilier avec elle le manque total de coquillages dans les granits.

Lorsque sur la carte d'une province on voit les grandes routes partir de tous côtés pour aboutir à un centre, on juge que ce centre doit être le chef-lieu de la province : de même en physique, quand nombre de faits divers conduisent à la même cause, on se persuade aisément que ces faits en dépendent effectivement, sur-tout après s'être vainement fatigué à déduire de cette cause des conséquences qui pussent en démontrer l'insuffisance. Nous ne ferons donc plus difficulté de croire que les montagnes se sont formées sous la mer ; et si nos yeux ne découvrent pas des rochers croissans sur ses rivages, nous comprendrons que ces productions ne peuvent naître et grandir sur des bas-fonds, dans une eau continuellement agitée par les vents et les alternatives du flux et du reflux ; que ce n'est que dans des eaux

profondes et tranquilles, sous les abîmes mêmes de l'Océan, que les matériaux nécessaires à de telles constructions peuvent se rassembler. C'est là seulement que, dans la suite des siècles, ils peuvent former des colosses semblables à ceux qui s'élèvent aujourd'hui de toutes parts sous des formes si grandes et si variées, depuis la plaine jusques aux nues.

SECTION VIII.

Que les montagnes s'écroulent, tant par la séparation des rochers en fragmens réguliers, que par la résolution de ces mêmes rochers dans les principes qui les composent. Exemples de ces deux modes de destruction. Réfutation du système du célèbre Deluc, que les continens tendent à un état permanent qui sera le meilleur. Que la restauration des continens est nécessitée par l'écroulement des montagnes et l'épuisement des mines de toute espèce, métaux, demi-métaux, sel, charbon de pierre, etc.

S'il n'a pas fallu moins que l'attention la plus scrupuleuse aux faits et à leurs conséquences, pour nous convaincre de la formation des montagnes au sein des mers, il n'en faudra pas tant pour nous persuader de leur destruction future par les injures de l'air. C'est une suite si naturelle de leur composition, qu'elle n'a pas besoin de preuves. Cependant, toute manifeste qu'elle

est, ses causes, ses progrès, le terme qu'ils doivent avoir, et les changemens de scène qui en résulteront, peuvent fournir matière à réflexion, et faire le sujet d'une section nouvelle.

Rien de mieux constaté que la durée passagère de tous les corps animés ou inanimés sur la face de la terre : la rouille détruit le fer et le bronze ; il suffit de les toucher pour les atténuer. Que sera-ce des rochers continuellement exposés à la pluie, aux vents, au soleil, chargés de leur propre poids et de celui des terres, des neiges et des glaces! Celles-ci, fondant sans cesse par-dessous, les inondent, pénètrent dans leurs fentes et leurs interstices, s'y gèlent de nouveau ; et par l'expansion de leur volume endurci, les font éclater de toutes parts. Les arbres vigoureux des montagnes insinuent aussi leurs racines dans les fissures des rochers ; elles y grossissent avec le tems, les élargissent ; et quand le poids qui les comprime n'est pas au-dessus de leurs forces, elles le soulèvent et le font porter à faux sur sa base, si tant est qu'elles ne le culbutent pas. Le tonnerre et les tremblemens de terre doivent aussi compter pour quelque chose ; ils hâtent du

moins la chute de tout ce qui est sur le penchant de sa ruine. Je ne parle pas de l'influence secrète de l'air par les différens gaz qui y sont contenus ; mais les lacs et les fleuves souterrains minent sans cesse sourdement ou avec effort les cavernes où ils sont renfermés. Quand la houille et d'autres combustibles s'allument dans les entrailles de la terre, les eaux voisines, vaporisées par le feu, ébranlent et renversent tout ce qui n'a pas la force de les comprimer. Les volcans fondent, consument, bouleversent suivant la nature des corps qui se trouvent dans leur sphère d'activité.

A la violence cependant de ces causes destructives, s'oppose la résistance des causes conservatrices. De loin, les grandes chaînes de montagnes paroissent inaltérables ; ce n'est qu'en s'en approchant qu'on y voit à l'œil les ravages du tems. Par-tout, sur les pentes qui ne sont pas très-roides, les décombres entassés de rochers mis en pièces frappent la vue. Toutes les aiguilles, au sud-est de la vallée de Chamouni, en sont chargées. Les quartiers de pierre grands et petits qui composent ces amas de ruines, ne sont pas toujours dans un état de décom-

position ; leur chute, le plus souvent, n'a eu d'autre cause que la disposition de presque toutes les couches pierreuses à se diviser spontanément en parallélépipèdes rhomboïdaux ou autres pièces plus ou moins régulières, conformément à leur nature cristallique. La tête du mont Bréven, au nord-ouest de Chamouni, est entièrement couverte des débris de la pierre locale : tous ces débris sont à angles vifs ; leurs faces sont planes, leurs formes rhomboïdales ; ils ne peuvent être venus d'ailleurs ; la montagne est isolée, de larges et profondes vallées la séparent des hauteurs environnantes.

Cette division des rochers en parallélépipèdes rhomboïdaux n'est nulle part si visible que sur les faces des montagnes sillonnées en un sens par des fentes parallèles montant de droite à gauche, sillonnées en un autre sens par des fentes parallèles montant de gauche à droite. La texture qui dispose les rochers à ce mode de division est continuellement secondée par leur poids ; et lorsque par ces deux causes la séparation des masses est effectuée, que leurs pièces n'ont plus de base ou n'en ont qu'une fort inclinée ;

elles se précipitent dans les vallées et les couvrent de leurs débris. Pendant les quinze jours que Saussure séjourna sur le col du Géant, il ne se passoit pas d'heure que lui ou ses compagnons ne vissent ou n'entendissent quelque avalanche de rochers tombant avec le bruit du tonnerre, soit des flancs du Mont-Blanc, soit de l'aiguille Marbrée, ou de l'arête même sur laquelle ils étoient placés.

S'il arrive que ces débris de rochers tombent sur des glaciers ou sur des pentes neigées communiquant avec des glaciers, ils suivent le mouvement progressif des neiges et des glaces, et forment sur celles-ci des îlots de pierre et de moellon qui s'élèvent plus ou moins, et parviennent quelquefois jusqu'à quarante pieds de haut. Les pluies, le soleil, l'humidité de l'air et du fond qui porte ces îlots, les décomposent; leurs parties, agitées par des mouvemens intestins, se broient et se triturent les unes par les autres, jusqu'à ce que, réduites en graviers et en sables menus, les rivières et les fleuves les entraînent à la mer. Or, quelque hautes que soient les montagnes qui fournissent à ces déblais continuels, il faut bien qu'elles

s'abaissent ; et que dans un tems préfix, depuis leurs pics les plus élevés jusqu'à leurs plus basses sommités, elles subissent la loi du niveau.

Ce n'est pas seulement la division spontanée des couches pierreuses en blocs parallélépipèdes, la chute et le bris de ces blocs qui détruisent les montagnes ; c'est la décomposition de plusieurs rochers dans les principes dont ils furent formés ; en sorte que, de durs et solides qu'ils étoient dans l'origine, ils deviennent friables, passent à l'état de sables grossiers, et se réduisent enfin aux terres élémentaires qui concoururent à leur formation.

Saussure, parlant d'une des arêtes de l'aiguille du Gouté comparativement à une autre plus basse, dit : Nous trouvâmes cette arête incomparablement plus rapide que celle qui nous avoit conduits au pied de l'aiguille ; les rochers qui la composent sont bien plus incohérens et désunis par les injures de l'air ; tantôt ils s'ébouloient sous nos pieds, tantôt les morceaux nous en restoient à la main quand nous voulions nous y cramponner.

Ailleurs il dit : Les montagnes au midi

de l'extrémité orientale du lac d'Oberalp sont des schîtes qui tombent en décomposition.

Ailleurs encore : Dans le Lyonnais, dans l'Auvergne, dans le Gevaudan, dans les Vosges, il y a des lieues entières de pays dont le terrain n'est autre chose qu'un sable grossier produit par la décomposition du granit qui fait la base de ces provinces.

Allant de Vintimille à Nice, il côtoie une colline de calcaires argileuses à couches minces, qui se délitent et s'éboulent comme si elles étoient revenues à l'état de terre.

De la cité d'Aoste à Yvrée, on passe au bord de la Doire sur le mont Jovet, par un chemin taillé de main d'homme dans le roc vif. La montagne ainsi coupée, fait voir à découvert les couches de diverses espèces de rochers, entre lesquelles Saussure en remarque une de 796 pas de long, dont la décomposition est si avancée, qu'en quelques endroits elle est réduite en terre.

Je ne multiplierai pas davantage les exemples de cette résolution des pierres jusque dans leurs élémens; mais j'observerai que

ce genre de destruction est plus propre encore que la séparation des rochers en blocs et en grosses masses, à accélérer le nivellement des montagnes.

C'est à ces deux causes réunies qu'on doit attribuer ces avalanches pierreuses qui, du haut des montagnes, se précipitent sur leurs flancs, renversent les forêts, écrasent les habitations, et couvrent les campagnes de ruines désastreuses.

Un peu au-dessous d'Aiguebelle, on voit à sa gauche, de l'autre côté de l'Arc, un amas de rocailles qui s'éboulèrent en 1750. La route que suivirent ces débris est encore reconnoissable; après s'être détachés de la montagne, ils se précipitèrent par une gorge flanquée de deux rochers, s'ouvrirent en éventail sur le plan incliné au-dessous de cette gorge, et firent disparoître le gros village qui y étoit situé.

Deux grands glaciers descendent de la chaîne centrale et primitive des Alpes, tout près du col Ferret. Le plus proche de ce col s'appelle le glacier du mont Dolent; l'autre, qu'on nomme le Triolet, est couvert des décombres d'une haute montagne de granit qui s'éboula en 1716, et ensevelit

sous ses ruines les chalets au pied du glacier, avec les bergers et les troupeaux. Depuis cette époque, les éboulemens se succèdent, et l'on ne sait quand ils finiront.

Il y a quelques années qu'il se détacha des sommités de la Gemmi une avalanche de pierres qui renversa tout sur son passage; et par l'impétuosité du vent qu'elle fit naître, jeta morts, à de grandes distances, des hommes et des bestiaux qui étoient hors du cours de ses débris.

Il ne s'est pas écoulé douze ans, depuis que des rochers se détachèrent d'une montagne située entre Pietra-Pelago et Barigaza dans le duché de Modène : deux ponts furent fracassés, et quatre maisons écrasées avec leurs habitans.

Au nord-est du village de Servoz, non loin de la vallée de Chamouni, une montagne s'écroula avec un si épouvantable fracas, une fumée si épaisse et si noire, qu'on ne douta pas qu'un volcan ne s'y fût fait jour. C'étoit en 1751 : on en écrivit à Turin; et le roi envoya le célèbre Vitaliano Donati pour voir et informer sur cet événement. Voici ce que ce naturaliste en dit dans une lettre à un ami publiée par Saussure :

« Après avoir marché quatre jours et deux
» nuits sans m'arrêter, je me suis trouvé en
» face d'une montagne toute environnée de
» fumée, de laquelle se détachoient, de
» jour et de nuit, de grandes masses de
» pierres, avec un bruit parfaitement sem-
» blable à celui du tonnerre ou d'une grande
» batterie de canon, mais beaucoup plus
» fort encore. Les paysans s'étoient tous
» retirés du voisinage, et n'osoient voir ces
» éboulemens que de la distance de deux
» milles, et même de plus loin. Toutes
» les campagnes voisines étoient couvertes
» d'une poussière parfaitement ressemblante
» à de la cendre; et en quelques endroits,
» cette poussière avoit été transportée par
» les vents à la distance de cinq lieues. Tous
» disoient avoir vu, de tems à autre, une
» fumée qui étoit rouge pendant le jour,
» et qui, pendant la nuit, étoit accompa-
» gnée de flammes. L'ensemble de ces ob-
» servations faisoit croire à tout le monde
» qu'indubitablement il s'étoit ouvert là un
» volcan. Pour moi, j'examinai la prétendue
» cendre, et je ne trouvai qu'une poussière
» composée de marbres pilés; j'observai
» attentivement la fumée, et je ne vis point

» de flammes, je ne sentis aucune odeur de
» soufre; les fonds des courans et les fon-
» taines que j'examinai avec soin, ne me
» présentèrent absolument aucun indice de
» matière sulfureuse. Persuadé, d'après
» ces recherches, qu'il n'y avoit là aucune
» solfatare enflammée, j'entrai dans la fu-
» mée; et quoique seul et sans escorte, je
» me transportai sur le bord de l'abîme, et
» j'observai que la fumée n'étoit autre chose
» qu'une poussière élevée par la chute des
» pierres. Je recherchai, et je trouvai alors
» la cause de la chute de ces rochers. Je
» vis qu'une grande partie de la montagne,
» située au-dessous de celle qui s'ébouloit,
» étoit composée de terres et de pierres,
» non pas disposées en carrières ou par lits,
» mais confusément entassées. Je reconnus
» à cela qu'il s'étoit déjà fait, dans la même
» montagne, de semblables éboulemens, à
» la suite desquels le grand rocher qui est
» tombé cette année, étoit demeuré sans
» appui et avec un surplomb considérable.
» Ce rocher étoit composé de bancs hori-
» zontaux, dont les deux plus bas étoient
» d'une ardoise ou pierre feuilletée, fragile
» et de peu de consistance : les deux bancs

» au-dessus de ceux-ci étoient d'un marbre
» semblable à celui de Porto-Venere, mais
» rempli de fentes transversales à ses cou-
» ches : le cinquième banc étoit tout com-
» posé d'ardoise à feuillets verticaux entiè-
» rement désunis, et ce banc formoit tout le
» massif supérieur de la montagne tombée.
» Sur ce massif, il se trouvoit trois lacs, dont
» les eaux pénétroient continuellement par
» les fentes des couches, les séparoient et
» décomposoient leurs supports. La neige
» qui, cette année, étoit tombée en Savoie
» en si grande abondance, que, de mémoire
» d'homme, on n'en avoit tant vu, ayant
» augmenté l'effort, toutes ces causes réu-
» nies produisirent la chute de trois millions
» de toises cubes de rochers ; volume qui,
» seul, suffiroit pour former une grande
» montagne ».

Ce tableau, de la main d'un habile observateur, réunit les effets des deux causes qui font crouler les rochers : le bris en grand de leurs couches, et leur bris en petit par la désunion de leurs parties minimes. D'après les faits qu'il présente et ceux mentionnés auparavant, si l'on cherche à se faire une idée de la destruction des montagnes et de

ses progrès, on s'exagérera la promptitude avec laquelle cet édifice tend à sa ruine. Mais si l'on réfléchit à l'immense étendue de ses bases et à la solidité si grande et si bien garantie du plus grand nombre de ses parties, on comprendra pourquoi il se soutient dans l'état même où il est aujourd'hui.

Le plus souvent l'imagination devance les événemens ; quelquefois elle ne les suit que de loin, et les voit encore comme présens, tout passés qu'ils sont depuis long-tems, et disparus à jamais. C'est ainsi que Deluc se plaît à croire que les continens actuels ne tendent point à leur destruction ; qu'au contraire ils tendent à un état fixe qui sera le meilleur. Mais lorsque les continens seront arrivés à cet état de permanence, quelle sera la hauteur à laquelle seront réduites les plus hautes montagnes ? sera-ce mille, douze cents toises ? Lequel que ce soit, on conviendra que, de nos jours, les montagnes de mille, douze cents toises, se dégradent ; qu'à plus forte raison elles se dégraderont lorsqu'elles seront encore plus vieilles. Et si l'on réduit la hauteur des montagnes permanentes de mille toises à huit cents, six cents, quatre cents et moins encore, ce sera

toujours même réponse. Une montagne de cent toises, un monticule de cent pieds, s'abaissent nécessairement par la caducité de leurs supports, et par le plus ou le moins de matières solides que les eaux en détachent et roulent plus bas avec elles.

Dira-t-on qu'à mesure que les montagnes s'éboulent, leurs pentes s'adoucissent, les vallées se comblent, tout prend des formes arrondies; que la végétation étend de plus en plus son empire, et que par-tout enfin elle retient les terres à la surface du sol, par les racines des arbres, des arbustes, des plantes de toute espèce, et par le tissu encore plus serré des tapis de verdure? Mais ces moyens de conservation, tout capables qu'ils sont de résister aux causes destructives, ne peuvent les arrêter sans cesse et par-tout. En été, l'ardeur du soleil brûle les gazons; en hiver, le froid les tue. Au printems, les pluies et les neiges fondantes délaient les terres menuisées par les gelées précédentes, et les font couler; toujours par quelque endroit le mas succombe; et ce qui s'est éboulé une fois ne se relève plus. A pas lents, et toujours plus lents, le nivellement s'avance; mais enfin il s'avance,

et le tems est marqué auquel il doit se parachever.

C'étoit une grande idée que celle que conçut le général Pfiffer, d'un plan en relief du district des Alpes qui se présente à l'œil depuis la ville de Lucerne, et qui s'étend sur cent lieues carrées et davantage. L'exécution de ce plan par le général seul, et sans aide, est un prodige. On peut, en demi-heure, en tirer plus d'instruction sur la structure et l'enchaînement des montagnes, sur la disposition des vallées et leurs communications, qu'on ne feroit de plusieurs voyages sur les lieux mêmes. Mais la postérité seule, en comparant ce plan avec l'objet même, tel qu'il sera dans les tems à venir, pourra juger dans quelle progression les montagnes s'abaissent à mesure que les siècles s'écoulent. Tout ce que nous en pouvons dire à présent, c'est que, dans une progression à nous inconnue, les montagnes, et en général les continens terrestres, prennent des formes toujours plus aplaties, et tendent à se rapprocher indéfiniment du niveau des mers; que, de plus, long-tems avant leur dépression finale, ils seront passés par des intermé-

diaires tout différens de l'état où nous les voyons aujourd'hui.

Pour nous en faire une idée distincte, fixons notre attention sur une partie déterminée de la surface du globe, sur celle, par exemple, qu'occupent les Alpes; et transportons-nous à l'époque où les plus hautes de ces montagnes ne s'élèveront plus qu'à 1300 toises au-dessus du niveau de la mer. Je choisis ce degré d'élévation, parce que c'est celui auquel, de nos jours, se trouve placé le terme inférieur des neiges perpétuelles sur le district septentrional des Alpes, tandis que ce terme monte à 1400 toises sur leur district méridional.

Dans ce futur état de choses, il est évident que sur toute l'étendue des Alpes, il n'y aura pas une seule sommité constamment neigée; que par conséquent, les prodigieuses accumulations de neige qui pèsent aujourd'hui sur les flancs des hautes Alpes, n'existeront plus, qu'elles ne descendront plus avec lenteur sur les plans inclinés qui les soutiennent; que durcies par l'infiltration des eaux et la gelée, elles n'emboucheront plus les vallées supérieures pour y former des glaciers; que ces glaciers, fon-

dant sans cesse par-dessous, ne donneront plus naissance aux fleuves et aux grandes rivières; que tous les pays qui en étoient arrosés seront privés en grande partie du tribut de leurs eaux, et que la stérilité gagnera de plus en plus sur les terres desséchées. Car, qu'on ne dise pas que la même quantité d'eau continuant à se verser du ciel sur le système des Alpes, produira les mêmes effets qu'elle produit aujourd'hui.

Premièrement, cette quantité ne sera pas la même, puisque, par une influence électrique, plus les montagnes sont hautes, et plus elles ont le pouvoir d'attirer les nuages, de les condenser autour d'elles et de les résoudre en pluies, en neiges ou en bruines. Secondement, quand cette quantité seroit la même, elle ne produiroit pas les mêmes effets; parce que, tombant presque toute en pluie, elle s'écouleroit à mesure, et ne formeroit point ces prodigieux amas de neiges et de glaces qui donnent aux fleuves leur plus grande crue pendant l'été: le Rhône, le Rhin, le Danube, qui, de nos jours, sont si enflés dans cette saison, ne le seroient alors qu'au printems, lorsque les neiges de l'hiver se fondent dans les montagnes de

hauteur moyenne. Troisièmement, tout le district des Alpes étant alors fort rabaissé, et d'autant plus réduit à la forme d'une plaine, que les sommités écroulées auroient en partie comblé les vallées, la chaleur locale seroit fort augmentée et les effets susmentionnés de la sécheresse proportionnellement accrus.

Non-seulement les continens tendent ainsi à se réchauffer et dessécher de plus en plus, ils s'épuisent outre cela de minéraux utiles, sinon nécessaires aux arts, au commerce et aux consommations les plus communes et les plus indispensables; je veux parler des métaux, des demi-métaux, des mines de sel et des mines de charbon de pierre. Il est vrai que si l'on pouvoit démontrer qu'à mesure qu'on tire du sein de la terre ces minéraux, elle en reproduit de semblables, la disette qu'on en appréhende ne se feroit jamais sentir aux races futures; mais on est loin de donner cette démonstration : on a, au contraire, des preuves suffisantes que ces minéraux ne se reproduisent point dans l'intérieur de la terre; qu'il est même impossible qu'ils se forment dans des espaces remplis d'une matière solide.

En effet, commençant par les métaux et demi-métaux, les minéraux desquels on les tire se trouvent tous, sinon sous des formes régulières, comme prismes, pyramides, poliédres, etc., du moins sous des formes constantes, comme grains, aiguilles, baguettes, etc.; ce qui prouve bien qu'ils sont nés dans des espaces libres, tels que l'eau, où ils ont pu prendre ces formes cristalliques et constantes; au lieu que dans des espaces non libres, dans des espaces occupés par des corps solides, ils n'auroient pu revêtir que les formes variables et irrégulières auxquelles la matière environnante les auroit assujettis. Ainsi, supposé qu'ils fussent nés dans la terre, de la sublimation de vapeurs métalliques, il seroit impossible qu'ils eussent pris les formes de cubes, prismes, pyramides, etc., ou qu'ils eussent constamment affecté celles d'aiguilles, de baguettes, de grains, etc.: d'autant plus que, telle de ces formes qui peut convenir à un métal, ne lui convient de fait qu'à raison du principe qui le minéralise; que le plomb, par exemple, qui cristallise en cubes quand il est minéralisé par le soufre, cristallise en prismes quadrilatères transparens quand il est combiné avec

l'acide sulfurique, et qu'il se dispose en baguettes rouges quand il est minéralisé par l'acide carbonique et une dose d'arsenic. Or, dans un espace non libre, ce ne seroit pas à raison de leur minéraliseur, mais à raison des obstacles dont ils seroient environnés, que ces différens minérais de plomb revêtiroient telle ou telle forme. D'ailleurs, comment concevoir que des vapeurs émanées du sein de la terre, pussent traverser des tas de couches solides, les unes pierreuses, les autres terrestres, à moins de supposer dans ces couches mille et mille pertuis capables de donner l'évent à ces vapeurs? mais des couches solides sont si peu fournies de semblables pertuis, qu'une seule mettroit un obstacle invincible à la sublimation des vapeurs les plus pénétrantes et les plus subtiles que nous connoissions.

A ces raisons de penser que les métaux et les demi-métaux sont l'ouvrage de l'eau, et ne se reproduisent point dans la terre à mesure qu'on les en tire, nous ajouterons celles qui résultent de la doctrine du célèbre Werner sur la génération de ces sortes de minéraux. On sait, en général, que les mines sont disposées en terre par couches

ou par filons : par couches, lorsqu'elles s'étendent sur d'autres couches dont elles ne diffèrent que par la matière ; par filons, quand elles se prolongent en terre sous la forme de veines, boyaux ou torrens solides. C'est de la longueur, largeur et épaisseur d'un filon que son volume dépend ; on rapporte sa situation au plan de l'horizon, par l'inclinaison qu'il prend sur ce plan, et par l'angle que sa projection y fait avec la méridienne. La couche de substances étrangères qui enveloppe immédiatement un filon, se nomme la *salbande ;* la partie supérieure de celle-ci se nomme le *toit ;* l'inférieure, le *plancher ;* les deux parties latérales se distinguent par la droite et la gauche.

Cela posé, Werner nous dit que les filons ont été originairement déposés entre les fentes et crevasses des rochers qui constituent les montagnes ; que ce dépôt a eu lieu lorsque celles-ci étoient couvertes des eaux de la mer ; qu'il s'est fait par la précipitation et la cristallisation des matières dissoutes dans ces eaux ; que les parties les plus basses de chaque filon sont les plus anciennes ; que celles qui sont sur les côtés

le

le sont d'autant moins, qu'elles se rapprochent plus du milieu ; de manière que chaque filon s'est rempli de bas en haut, de droite et de gauche, à mesure que les matières cristallisantes trouvoient sur le fond et sur les côtés l'appui nécessaire à leur incrustation. Werner ajoute qu'il n'est pas rare de rencontrer, ensemble ou séparément, dans les filons métalliques, des cailloux roulés, des charbons de pierre, du sel marin, des restes de corps organisés, et en particulier des coquillages et des pièces de bois de toute espèce.

Par rapport aux mines par couches, comme elles sont contenues entre des couches terrestres ou pierreuses bien reconnues pour être des dépôts marins, on ne peut leur assigner une origine différente de celle de ces derniers : par conséquent, les mines métalliques par couches, comme celles par filons, sont l'ouvrage de la mer ; sous l'une et sous l'autre forme, elles ont eu la même cause efficiente, et cela même imprime à cette cause un caractère de vérité.

Reste à savoir si les mines de houille et les mines de sel remontent à la même origine que les mines métalliques ; et à cet

effet, prenant d'abord en considération les mines de houille, nous observerons qu'à la ressemblance des mines métalliques, elles sont disposées par couches ou par filons; et que lorsqu'un de leurs filons est interrompu par un rocher, les mineurs expérimentés le retrouvent par les mêmes considérations de localité qui leur font retrouver un filon métallique interrompu aussi par quelque corps étranger.

L'épaisseur des dépôts de houille varie depuis un pouce, et bien moins encore, jusqu'à dix, douze et vingt pieds : on cite des mines exploitées près d'Helsinborg en Scanie, qui avoient quarante-cinq pieds d'épaisseur; on en voit, à Mont-Cenis en Bourgogne, qui en ont soixante. Ces mines sont enterrées à différentes profondeurs; lorsqu'on en découvre une, il est rare qu'on n'en rencontre d'autres parallèles le plus souvent à cette première, et séparées d'elle par des lits de terre ou de pierre. Les profondes mines d'Ecosse s'enfoncent jusqu'au-dessous du niveau de la mer. Les plus hautes dont on ait connoissance, sont à quatorze cents, d'autres disent à quinze cents toises au-dessus de ce niveau : ce qu'il y a de

certain, c'est que Vild en a trouvé une, sur le rocher des Diablerets, à quatorze cents toises d'élévation.

En général, les charbons de pierre n'offrent rien dans leur texture qui ressemble à celle des végétaux ; ils sont disposés par feuilles planes et parallèles entre elles, comme les pierres fissiles ou roches feuilletées. Cependant, à l'abord des mines qui les renferment, on voit presque toujours, sur les feuillets de pierre dispersés çà et là, des impressions de végétaux, et plus particulièrement de fougères et de capillaires, la plupart étrangères au climat où elles ont laissé leur empreinte. Il y a même des houillères qui ont fourni des échantillons dans lesquels on voyoit le bois d'un côté et le charbon de l'autre. D'autres échantillons étoient entièrement convertis en charbon, mais on y retraçoit facilement la texture fibreuse et filamenteuse spécialement affectée au bois.

D'après ces données sur le charbon de pierre, les naturalistes se sont partagés sur son origine : les uns l'ont rapportée au genre minéral, les autres au genre végétal. Ceux-ci rendent raison des couches épaisses

par d'immenses forêts renversées, enfouies sous terre, et décomposées jusqu'à revêtir la forme de charbon de pierre; ils expliquent par des végétaux plus frêles et menus les couches minces, et font valoir à leur avantage les bois partiellement ou totalement convertis en houille qui se trouvent dans les mines de ce combustible. On leur répond que les charbons de pierre ligneux ne font pas plus pour le règne végétal que pour le règne minéral, et que les phénomènes généraux sont tous en faveur du minéral. Voici comment on s'explique :

Premièrement, il y a une très-grande analogie entre la disposition des filons et couches de charbons de pierre, et la disposition des filons et couches métalliques; il y en a peu ou point entre cette disposition et celle d'une forêt renversée, puis ensevelie et changée en charbon de pierre par la décomposition du bois, quelle que soit ou doive être cette décomposition.

Secondement, où trouver des entassemens d'arbres suffisans pour former les couches de charbon de terre qui ont vingt, trente pieds d'épaisseur et davantage? et quand on les auroit trouvés, comment concilier

l'homogénéité de ces couches avec l'idée qu'elles fussent nées dans le sein de la terre de bois décomposés ? Loin d'être homogènes, ne seroient-elles pas toutes farcies de terres et de pierres, et ne recéleroient-elles pas un très-grand nombre de vides ? Les bois charbonnés en partie n'y seroient-ils pas incomparablement plus fréquens ?

Troisièmement, la texture généralement lamelleuse du charbon de terre, toute semblable à celle des pierres feuilletées, n'a aucun rapport à des bois entassés sans ordre ou avec ordre, quand même on supposeroit qu'un bitume les a enveloppés et pénétrés de manière à n'en faire qu'un tout. Mais cette supposition même contiendroit l'aveu que le bitume, sans le secours du bois, peut former le charbon de terre.

Quatrièmement, les mines de houille les plus riches se trouvent dans les hautes latitudes, en Suède, dans la partie nord de la Grande-Bretagne, au cap Breton. Ce n'est pourtant pas dans ces climats que les arbres sont plus grands, plus serrés dans les forêts, et de nature à se conserver plus long-tems après avoir cessé de végéter ; c'est

plutôt dans les latitudes inférieures, entre les tropiques et dans leur voisinage.

Cinquièmement, si le charbon de pierre étoit d'origine végétale, pourquoi sa pesanteur spécifique seroit-elle double de celle du bois le plus compacte? On ne peut pas dire que c'est parce qu'il contient de la terre, des pierres et autres matières pesantes, puisque le résidu qu'il laisse après avoir été consumé par le feu, est moindre que celui que donne un pareil volume de bois réduit en cendres.

Sixièmement, les feuillets de pierre qui enveloppent et encaissent les filons de houille, se rapprochent par degrés de la nature de ce fossile, et finissent par se l'approprier toute entière. Or ce passage graduel d'une substance évidemment minérale à une substance douteuse entre le minéral et le végétal, décide en faveur du minéral.

Quant aux empreintes de végétaux sur les pierres feuilletées qu'on rencontre à l'abord des mines de houille, elles ne prouvent rien, attendu que par-tout ailleurs ces sortes de pierres présentent des impressions semblables. Les morceaux de bois qui se trouvent communément incrustés de char-

bon à l'entrée des houillères, ne prouvent pas non plus que celles-ci soient le produit du bois ; ils prouvent seulement la vertu antiseptique du charbon de terre. Enfin, les charbons de pierre fibreux et filamenteux, attestent bien que la matière du charbon a pénétré jusqu'aux moelles certaines pièces de bois et les a bituminées, comme la substance calcaire a calcarisé nombre de coquillages ; mais ces accidens se concilient aussi bien avec le système qui rapporte le charbon au règne minéral, qu'avec le système qui le rapporte au règne végétal. Par conséquent, les raisons qui militent en faveur du premier, restent dans toute leur force, tandis que les phénomènes qui paroissoient favoriser le second, deviennent indifférens à l'un et à l'autre : donc c'est au premier qu'il faut sans contredit donner la préférence.

Je passe aux mines de sel, desquelles on demande pareillement si elles sont ou ne sont pas des dépôts marins ? Et afin de résoudre cette question, je commence par rapporter ce que dit Pallas dans ses voyages en Sibérie ; savoir, que ce vaste pays est couvert d'une multitude de lacs salés, qui

déposent tous les ans sur leur fond des couches de sel cristallisé, qu'on va rompre et pêcher dans la saison propice, et qui non-seulement pourvoient à la consommation des habitans, mais fournissent de plus à une exportation considérable. Il n'est pas sans vraisemblance que ce qui se passe dans ces lacs se passe aussi sur divers fonds de mer ; que par conséquent les mines de sel aient pu s'y accumuler lorsqu'elle couvroit les îles et les continens que nous habitons. Mais afin de convertir cette vraisemblance en certitude, il faut prendre en considération les mines de sel et leurs phénomènes : le résumé de la description que Schober nous a laissée de celles de Viéliska et de Bochnia en Pologne, fera connoître les faits ; les conséquences suivront.

Viéliska, distante de Cracovie de deux à trois lieues, est bâtie au-dessus des mines qui portent son nom : ces mines ont été exploitées sous la ville même, et en dehors de son emplacement, par une étendue de plus de six mille pieds de l'est à l'ouest, et de deux mille pieds du nord au sud. Afin que le terrain qui repose sur ces immenses excavations ne succombât pas,

on a laissé, de distance en distance, des massifs suffisans pour le soutenir. Depuis la surface du sol pour arriver aux mines, il faut creuser jusqu'à la profondeur d'environ deux cents pieds ; on donne aux mines mêmes une épaisseur de huit cents pieds; c'est donc de mille pieds que leur fond est distant de la surface du sol. Les fouilles les plus basses qu'on y ait faites, vont à neuf cent pieds, c'est-à-dire, qu'elles sont encore de cent pieds loin du fond.

Le massif de deux cents pieds de haut sous lequel les mines sont enterrées, est composé de plusieurs couches qui alternent entre le sable, la glaise, le grès et la pierre à chaux feuilletée ; il y en a une, toute composée de coquilles et de petits cailloux liés par un ciment quartzeux. La plupart de ces couches contiennent des coquillages, les uns parfaitement conservés ; les autres en beaucoup plus grand nombre, sont dans un état de destruction. Quand on a percé le massif composé de ces couches entremêlées, on arrive au sel, qui ne se présente point d'abord par couches, mais par grosses masses, après lesquelles viennent les couches. Celles-ci alternent avec des lits d'ar-

gile sablonneuse, qui ont trois à quatre pieds d'épaisseur. Dans ces lits se trouvent fréquemment des coquilles remplies de sel; on y trouve aussi du vrai sel gemme en grands cristaux blancs, transparens comme du verre; quand on les frappe, ils se divisent en cubes. Enfin, indépendamment des coquillages de mer contenus dans ces mines, ou dans leurs enveloppes, elles renferment des madrépores et autres produits marins, des cailloux roulés, des dents et autres os d'éléphant, des branches d'arbre qui exhalent une odeur fétide et sont noires comme du charbon.

Les mines de Bochnia, six lieues à l'est de Viéliska, sont moins considérables; elles offrent cependant les mêmes phénomènes, si ce n'est qu'avant d'y arriver aux couches de sel, on ne le rencontre point en blocs comme à Viéliska.

D'après ce résumé de Schober sur les mines dont il s'agit, on ne sera point surpris qu'il les ait attribuées à la mer, laquelle s'est retirée après les avoir déposées. Les couches dont ces mines sont recouvertes, celles qui leur sont entremêlées, toutes évidemment aquiformes, justifient déjà

cette opinion ; mais les cailloux roulés, les coquillages, les cristaux de sel si transparens et si bien prononcés, qui s'y rencontrent, la confirment d'une manière irréfragable. Quant aux bois et aux os d'éléphant qui s'y rencontrent aussi ; les bois flottent naturellement sur l'eau jusqu'à ce qu'ils en soient tellement imprégnés, qu'ils deviennent plus pesans qu'elle ; les éléphans et autres quadrupèdes noyés et submergés, se gonflent et leur volume augmente au point de les remettre à flot, après quoi ils se remplissent d'eau et redescendent sur la vase. C'est ainsi que la mer a pu déposer sur le même fond, des sels, des bois et des os d'éléphant.

En opposition cependant au sentiment de Schober, on a observé que l'eau étoit capable de dissoudre les vingt-cinq centièmes de son poids en sel, et que l'eau de mer n'en tenoit en dissolution que les quatre centièmes ; que par conséquent, elle étoit loin d'en être saturée, et partant qu'il n'y avoit nulle apparence qu'elle l'eût déposé sur les fonds qui la soutiennent.

A cela on répond, que des sels en dissolution dans des vases fermés, s'y cristalli-

sent en un tems plus ou moins long, quoique la liqueur dissolvante n'en soit rien moins que saturée et ne puisse s'évaporer. Cela se voit fréquemment dans les laboratoires de chimie, et la bouteille d'eau d'Etrembières de Saussure, qui donna des cristaux calcaires au bout d'un an, bien qu'elle fût hermétiquement fermée et que le calce n'y fût à l'eau que dans le rapport d'un à trois cent soixante-douze, en est un exemple frappant. Les celliers présentent tous les jours le même phénomène : des bouteilles de vin parfaitement bouchées, s'y incrustent de tartre, pourvu qu'on leur en laisse le tems et qu'on ne les remue pas. Et tous ces dépôts, tartareux, salins, pierreux, se conservent et s'augmentent plutôt que de se laisser de nouveau dissoudre par la liqueur environnante. Il est donc possible, il est même dans l'analogie que l'eau de mer, quoique non saturée de sel, en dépose sur son fond lorsqu'elle est en repos.

Mais agitée en tous sens par les vents, et de plus entraînée d'orient en occident par l'attraction du soleil et de la lune, sur quel de ses fonds, dira-t-on, la mer peut-elle être en repos? Je réponds, par rap-

port aux vents, qu'ainsi qu'on l'a dit plus haut, les plus impétueux ne troublent pas la tranquillité de l'eau à une profondeur de cent pieds; et par rapport au mouvement général d'orient en occident, il doit être insensible sur tous les fonds cernés par des hauteurs qui en font des espèces de lagunes au sein même de l'Océan. Ces bassins enfoncés sont dans la grande mer comme des mers particulières, sur lesquelles l'action du soleil et de la lune ne se fait pas plus sentir que sur les mers méditerranées. On peut même dire qu'il suffit d'une haute chaîne de rochers, dirigée à-peu-près nord et sud au fond de la mer, pour empêcher les eaux à l'ouest de cette chaîne, et dans sa proximité, de participer au mouvement général d'orient en occident; en sorte que voilà sur le fond de la mer assez d'endroits où les eaux sont en repos, et sur lesquels par conséquent elles peuvent déposer le sel qu'elles contiennent.

De plus, indépendamment de la tranquillité des eaux pour occasionner des dépôts de sel sur certains fonds de mer, il y a lieu de croire que le volcans et en général les feux souterrains, qui ne sont

pas en moindre nombre sous les mers que sur les îles et les continens, peuvent chauffer les eaux les plus basses à un tel degré qu'ils les convertissent en vapeurs et leur fassent abandonner sur place le sel dont elles sont chargées. Cela est d'autant plus vraisemblable, que la chaleur communiquée à l'eau par le feu, est proportionnelle aux poids qui la compriment, et que la compression de l'eau est comme la hauteur des colonnes qui portent sur elle.

Voilà donc les mines de métaux, de demi-métaux, de sel et de houille, qui sont originaires de la mer ; elles ne se reforment donc point dans la terre à mesure qu'on les en tire ; il viendra donc un tems où elles disparoîtront avec les objets de consommation les plus indispensables, et la matière première de fabrications de toute espèce, produits des arts, alimens du commerce et sources de jouissances multipliées.

Saussure, étonné de la variété presque infinie des dépôts marins, demande comment il a pu se faire que toutes les matières qui se trouvent dans un filon métallique, fussent dissoutes à-la-fois dans l'eau de mer ? La difficulté enveloppée dans

cette question, consiste en ce qu'on y suppose que les élémens des dépôts marins sont trop pesans pour se soutenir seuls et isolés dans l'eau de mer ; qu'il faut que chacun d'eux y soit combiné avec un principe plus léger qui le mette à flot ; que ce principe n'est pas l'eau de mer ; que par conséquent ce doit être un dissolvant subsidiaire infusé à cette eau. Dolomieu s'est débarrassé de cette difficulté en disant que les cristallisations et dépôts de mer quelconques, pouvoient avoir lieu sans que les corps cristallisans ou déposans fussent dissous dans l'eau de mer ; qu'il suffisoit qu'ils y fussent divisés et réduits à leurs parties élémentaires ; que ces parties se soutenoient dans l'eau par leur extrême ténuité, et se déposoient ensuite sous la forme de cristaux réguliers ou de matières confusément cristallisées. Cette manière de voir n'est pas étrangère à Saussure même, puisqu'en divers endroits de ses voyages, il parle d'eaux courantes qui, après avoir rongé certains rochers, vont en déposer les détrimens sous la forme de pierres ou de cristaux.

Mais quand ce fait ne résoudroit pas la difficulté, qu'en résulteroit-il ? qu'il fau-

droit que toutes les matières contenues dans un filon métallique, eussent trouvé à-la-fois dans l'eau de mer le dissolvant qui leur étoit propre. Cela doit être rare sans doute; mais les filons aussi sont rares en proportion. Et puis, la plupart des substances terrestres ne sont-elles pas composées d'un grand nombre de corps simples. Personne cependant ne trouve de la difficulté à le comprendre; pourquoi y en auroit-il davantage à concevoir que l'eau de mer pût aussi contenir un grand nombre d'élémens divers? Enfin, il n'est pas prouvé que toutes les matières contenues dans un filon n'y soient déposées à-la-fois; tout dépôt de sa nature est successif, et telle matière peut être survenue, qui n'étoit pas présente lorsque d'autres se sont rassemblées dans le filon.

Je reviens au fort de mon sujet : non-seulement il est prouvé que les continens, considérés comme édifices, tendent à leur destruction et croulent sans cesse sur leurs bases; il est prouvé de plus que, considérés comme magasins assortis de tout ce qui est nécessaire ou utile, ils s'épuisent avec le tems; que par conséquent il viendra un jour où les hommes et les animaux n'y

trouveront

trouveront plus leur subsistance. Or est-il à présumer que la puissance qui a tout vivifié, abandonne ses créatures au besoin? Non sans doute; de nouveaux moyens d'existence remplaceront ceux qui auront disparu. Mais comment et en quels lieux? C'est la question que nous nous proposons de traiter dans la section suivante. Nous commencerons par y chercher, dans ce qui nous est connu du système du monde, les causes par lesquelles il seroit possible que d'autres continens succédassent aux continens épuisés et ensevelis sous leurs ruines; nous y ferons voir ensuite que, supposé que jadis ces causes aient agi dans le même but, rien dans les phénomènes terrestres ne répugne aux effets qui ont dû en résulter; qu'au contraire, ces phénomènes ne sont autre chose que ces effets mêmes: en sorte que si la nécessité de renouveler les continens doit se représenter à l'avenir, on ne peut douter qu'il n'y soit pourvu de la même manière qu'il y fut pourvu dans les tems qui nous ont précédés.

SECTION IX.

Les phénomènes de l'aiguille aimantée prouvent que la terre est une sphère creuse, contenant un espace vide, dans lequel un globe magnétique peut se mouvoir et se meut effectivement. Ce globe magnétique peut être transféré d'un pôle à l'autre par l'action d'une comète. Division de ce globe en tranches d'inégales densités, afin de procurer l'alternative d'immersion sous la mer et d'émersion hors de la mer, des montagnes équatoriales, aussi bien que des montagnes éloignées de l'équateur. Ce globe tourne journellement avec la sphère creuse; mais il a de plus un mouvement propre, résultant de la lente circonvolution de son axe autour de l'axe de la sphère. Conservation du mouvement diurne et des phénomènes magnétiques, lorsque l'aimant intérieur est transféré d'un pôle à l'autre dans la sphère creuse.

En quelque lieu de la terre qu'on place une aiguille aimantée, elle s'y dirige du sud au nord, ou selon quelque autre ligne peu

inclinée à la méridienne. La quantité angulaire dont l'aiguille s'écarte de la méridienne, est ce qu'on nomme sa déclinaison. Elle est orientale, quand l'aiguille pointe à l'orient du pôle nord ; elle est occidentale, quand l'aiguille pointe à l'occident du même pôle. Les déclinaisons qui, sur l'hémisphère boréal, sont les unes orientales, les autres occidentales, changent de nom sur l'hémisphère austral, et y sont, à l'égard du pôle sud, les unes occidentales, les autres orientales. Non-seulement les déclinaisons de l'aiguille aimantée ne sont pas les mêmes sur les différens points de la surface du globe ; elles varient encore avec le tems sur chaque point de cette surface, c'est-à-dire qu'en un lieu donné, si l'aiguille, venant de l'est, arrive sur la méridienne, elle passe ensuite à l'ouest, et prend successivement des déclinaisons occidentales croissantes, dont la plus grande ne passe guères trente degrés, tant qu'on reste en dedans des cercles polaires. Depuis son maximun de déclinaison occidentale, l'aiguille rétrograde vers l'est, arrive de nouveau sur la méridienne, prend sur elle des déclinaisons orientales croissantes jusqu'à un certain terme,

depuis lequel elle retourne à l'ouest, et continue ainsi les mêmes oscillations de part et d'autre de la méridienne.

Si, dans chaque lieu, les déclinaisons de l'aiguille étoient proportionnelles au tems, on pourroit, au moyen de deux observations faites à quelques années de distance, prédire pour chaque tems à venir les déclinaisons pour ce lieu même : mais les déclinaisons ne sont pas tout-à-fait proportionnelles au tems ; la loi qu'elles suivent participe de celle des tems et de celle qui règle le mouvement des corps oscillans autour d'un centre, lesquels sont plus vîtes vers le milieu que vers les extrémités de leurs oscillations.

Ce fut pour découvrir cette loi, que, sur la fin du siècle passé, le grand Halley choisit entre les observations de la boussole faites avant lui, celles qu'il jugea les plus exactes, et parcourut lui-même l'Océan atlantique, à dessein d'en faire de nouvelles sur des lieux fort distans les uns des autres. De ces observations réunies, et de ce que le fer et l'aimant sont les seules substances magnétiques que nous connoissions, il crut pouvoir remonter à la cause du magnétisme terrestre,

et en déduire la situation des lieux sur la surface du globe, par la déclinaison de l'aiguille sur ces lieux mêmes, et par le tems où l'on en faisoit l'observation.

A cet effet, il commença par poser en fait, qu'à raison des mines de fer que la terre contient en abondance, elle doit être considérée comme un grand aimant qui auroit ses pôles magnétiques à peu de distance de ceux nord et sud qui terminent son axe. Considérant ensuite que cet aimant est trop semblable à lui-même d'un tems à l'autre pour produire les variations de la boussole, il en chercha la cause dans un aimant mobile et actuellement en mouvement au sein de la terre. Or, comme ce mouvement ne peut avoir lieu dans le plein, il conçut que la terre étoit creuse ou vide en dedans, et que c'étoit dans ce vide que l'aimant intérieur se mouvoit, de manière à produire les variations de la boussole. Il plaça donc cet aimant au milieu de notre sphère creuse, comme Saturne est placé au milieu de son anneau; puis réfléchissant à ce que, quelle que fût la position des pôles magnétiques de cet aimant central, s'il étoit balancé sur le même axe que la terre et tournoit avec elle

dans le même tems, ses pôles magnétiques conserveroient toujours la même situation par rapport aux pôles magnétiques terrestres, il vit qu'afin de produire les variations de l'aiguille, il falloit que le tems d'une révolution de l'aimant central différât du tems d'une révolution terrestre; et conclut de quelques observations, que cette différence étoit telle, que, dans l'espace de 700 ans, le nombre des révolutions de la terre surpassoit de l'unité le nombre des révolutions de son noyau. De plus, sur l'axe de rotation de celui-ci, il inclina son axe magnétique de la quantité convenable pour accorder la théorie avec les observations, et il en fit autant par rapport à l'axe de rotation de la terre et à son axe magnétique. Enfin sur ces données, savoir, deux pôles magnétiques terrestres à une distance fixe, l'un du pôle nord, l'autre du pôle sud, et deux pôles magnétiques intérieurs dont les projections sur la superficie du globe tourneroient autour des pôles nord et sud dans l'espace de 700 ans, il construisit des cartes destinées à donner la position d'un lieu quelconque sur la terre, par une observation de l'aiguille sur ce lieu même, et par le tems auquel on la feroit.

Ces cartes cependant ne répondirent point aux espérances qu'il en avoit conçues ; et celles qu'on a construites depuis sur leur modèle, mais sur des données différentes, n'ont pas eu plus de succès. L'expérience cependant n'a pu prononcer encore sur celles du savant Américain Churhman, lesquelles sont fondées sur cette supposition, que la terre n'a que deux pôles magnétiques à différentes distances, l'un du nord, l'autre du sud, et que ces pôles tournent en tems inégaux, le premier autour du pôle nord, le second autour du pôle sud. En attendant que le tems décide si ces tables vont au but qu'elles se proposent, on remarquera que, de quelque supposition que l'on parte pour y rallier les phénomènes, toujours faut-il admettre un mouvement dans les aimans qui en sont cause, et recourir, comme Halley, à un espace libre au sein de la terre, dans lequel ces aimans puissent se mouvoir : car, d'un côté, les variations de l'aiguille sont trop régulières pour les attribuer à la formation et à la destruction accidentelles des mines de fer dans l'intérieur de la terre ; et de l'autre, elles sont trop considérables pour résulter de l'influence

du magnétisme des corps célestes sur celui de la terre; on sait trop combien peu nos aimans les plus forts influent l'un sur l'autre quand leur distance n'est que de quelques pieds seulement, pour admettre que les corps célestes, considérés comme des aimans, puissent modifier sensiblement le magnétisme de la terre, dont ils sont si prodigieusement éloignés.

Du tems de Halley, l'on ne connoissoit point encore l'inclinaison de l'aiguille aimantée, c'est-à-dire, la quantité dont elle plonge sous l'horizon lorsqu'elle est mobile autour d'un axe horizontal. S'il en eût eu connoissance, il se seroit affermi sans doute dans son hypothèse d'un aimant central en mouvement, puisque ce ne peut être qu'en vertu d'une attraction originaire du centre ou de ses environs, que l'aiguille prenne sous l'horizon toutes sortes d'inclinaisons; et que, sujette à varier à cet égard comme à l'égard de la déclinaison, il faut bien qu'il y ait près du centre une cause de ces variations, c'est-à-dire, un aimant mobile et actuellement même en mouvement.

Premièrement donc, nous poserons en fait que la terre est une sphère creuse ou

plutôt un sphéroïde creux, dans l'intérieur duquel il existe un noyau magnétique, capable de changer de situation par rapport à la voûte elliptique dont il est environné.

En second lieu, l'on n'ignore pas qu'il y a plus d'une orbite de comète placée dans le ciel, de manière que l'une de ses parties côtoie d'assez près certaine partie de l'orbite terrestre, pour que, si la comète et la terre parcourent dans le même tems ces arcs correspondans de leurs routes respectives, la première exerce sur la seconde une attraction capable d'y causer des marées autant et plus considérables que celles qu'y produit la lune; capable même de déplacer son noyau, de changer ainsi son centre de gravité, et de faire passer les mers d'une partie de sa surface sur une autre toute différente.

(*Fig.* 1.) Pour mettre cela sous les yeux, soit N S l'axe de la terre, composée par supposition d'une voûte sphérique et d'un globe intérieur rapproché autant que possible du pôle nord N; et si l'on fait passer par N S un plan N S E, l'anneau renfermé entre les cercles concentriques M D L, S E N représentera la section de la voûte sphérique; le cercle I H L représentera la

section du globe intérieur ayant pour centre le point K.

Or, cela posé, si une comète venant du nord se trouve en P dans l'angle GCF, et que des points C, K l'on tire à son centre P les droites CP, KP, l'angle PKG, extérieur du triangle CPK, sera plus grand que l'intérieur opposé PCK; par conséquent la droite KP sera plus courte que la droite CP, et le centre de gravité K du noyau LHI sera plus attiré vers la comète que le centre de gravité C de la sphère creuse. Si donc, pendant quelques heures, la comète continue de se mouvoir dans le plan GCF, et passe de P en P′, P″, etc.; le noyau s'approchera des points Q, Q′, Q″, etc.; et ce ne sera que lorsque la comète se trouvera fort près de la ligne CF, que le point C sera plus attiré vers F que le point K. Mais comme, avant que cela arrive, le centre de gravité K du noyau aura été porté de K en K′, la comète, parvenue en F, l'attirera encore plus que le point C, et il en sera de même quand elle passera dans l'angle FCS. D'où il suit que le noyau sera enfin transféré de la position LHI dans quelque autre MRV: car, d'un

côté, la comète, après s'être fort éloignée, cessera d'agir sur la terre; et de l'autre, une voûte sphérique ou elliptique n'attirant pas plus en un sens les corps qui y sont renfermés, qu'elle ne les attire dans le sens opposé, le noyau n'en éprouvera aucune sollicitation à se mouvoïr; il n'aura donc de mouvement que celui de L vers M, qui lui aura été précédemment imprimé par la comète; et partant, il ira rencontrer la voûte terrestre quelque part autour du point M, et s'y fixer. Que si, dans la figure, je le fixe précisément en ce point, c'est que je suppose à la voûte terrestre quelque densité de plus autour de ses pôles que par-tout ailleurs, afin que le déplacement du corps central ne puisse se faire que d'un pôle à l'autre, et qu'ainsi il altère le moins possible le mouvement diurne et les phénomènes magnétiques.

Voilà donc le corps central déporté du nord au sud par l'action d'une comète qui, pendant quelques heures, se meut près de la terre dans le plan d'un méridien. Il est vrai que la coïncidence de l'orbite d'une comète avec un méridien donné ne peut se soutenir qu'un moment, à cause du

mouvement de ce méridien autour de l'axe de la terre; mais l'inspection seule de la figure démontre que la continuation de cette coïncidence n'est pas nécessaire à la production de l'effet qui en résulte; que cet effet seroit sensiblement le même quand l'inclinaison de l'orbite de la comète sur ce méridien changeroit de plusieurs degrés pendant la durée de l'opération; par conséquent, rien n'empêche d'admettre que, supposé que la terre soit composée d'une voûte sphérique et d'un globe mobile dans l'intérieur de cette voûte, il est possible que ce globe y soit transféré du nord au sud, ou du sud au nord, par l'action d'une comète.

Mais quels seront les effets de l'une ou l'autre de ces translations? Ceux qui résulteront de la première, seront sans doute les mêmes que ceux qui résulteront de la seconde; seulement seront-ils produits dans celle-ci en sens opposé de celui où ils le seront dans celle-là. C'est pourquoi, supposant que la translation se fasse du sud au nord, le plus grand de ces effets consistera dans le transport du centre de gravité de la terre d'un côté à l'autre de son centre

de grandeur, c'est-à-dire, d'*a* en *b*; en sorte qu'après le déplacement il sera d'autant plus près du pôle nord qu'il étoit auparavant plus près du pôle sud; et que, supposé que la distance *a b* soit, par exemple, de quatre lieues, les mers, qui étoient de quatre lieues plus hautes sur le pôle sud que sur le pôle nord, seront désormais de quatre lieues plus hautes sur le pôle nord que sur le pôle sud; qu'outre cela, elles seront d'autant plus élevées sur chaque latitude septentrionale, qu'elles y étoient jadis plus basses que sur les latitudes méridionales correspondantes, et que l'équateur seul les verra à la même hauteur après qu'avant le déplacement.

Il paroît de là que l'hypothèse que nous venons de proposer afin de plonger sous les eaux de la mer et d'en faire ressortir ensuite les différentes parties du globe, ne produit point cet effet sur les plages équatoriales ou voisines de l'équateur; que, par conséquent, elle ne pourvoit point à l'alternative d'immersion et d'émersion des montagnes placées près de ce grand cercle, lesquelles cependant, tout aussi bien que les autres, sont revêtues de tous les carac-

tères qui conviennent à des productions marines. Il faut donc suppléer à ce défaut, et, à cet effet, supposer que le globe intérieur est divisé du nord au sud en plusieurs tranches d'inégales densités : d'où il suivra que ce corps, placé sous le pôle sud par exemple, présentera ses tranches à certaines tranches de la voûte terrestre ; mais que, passant du sud au nord, il ne présentera plus les mêmes tranches aux mêmes tranches de la sphère ; que, soit chancé, soit mécanisme, ses tranches les plus denses pourront répondre aux tranches de la sphère auxquelles répondoient précédemment ses tranches les plus rares ; qu'ainsi les mers qui s'élevoient jadis sur certaines parties de l'équateur plus que sur d'autres, s'abaisseront davantage sur les premières que sur les secondes ; et partant, que les montagnes équatoriales, tout comme les montagnes situées sur les divers parallèles de l'équateur, seront susceptibles d'immersion et d'émersion ; qu'en un mot, toutes les montagnes, sans exception, après s'être formées sous la mer, pourront en sortir et se montrer à découvert sur les îles ou sur les continens.

Si quelques lecteurs imaginoient qu'une à deux lieues d'élévation de la mer sur certaines parties de l'équateur, plus que sur d'autres, devroient se faire apercevoir, ils se désabuseroient bientôt, en considérant que les eaux n'en trouveroient pas moins leur équilibre; que cette élévation n'iroit à deux lieues que par une étendue de trois à quatre cents lieues et davantage, et que les vibrations du pendule seroient sensiblement les mêmes sur les mers plus hautes que sur les mers plus basses, attendu que l'excès de matière âttirante sur celles-là seroit compensé en partie par l'excès d'éloignement du centre de gravité; que, de plus, la pesanteur spécifique du globe étant 4 fois ½ aussi grande que celle de l'eau, une à deux lieues de ce liquide n'auroit pas le quart de l'effet d'un pareil volume de matière équipondérante à celle du globe. Par ces considérations, toute crainte que les apparences fussent sensiblement changées par la supposition que nous avons faite, doit s'évanouir.

Ceux qui ont estimé la profondeur moyenne de la mer par les sondes qui en ont été faites, ne l'ayant portée au plus qu'à une lieue, la

plupart l'ayant mise au-dessous, Keil en particulier l'ayant réduite à un quart de mille, et d'autres à cinq cents pieds; tous leurs adhérens se récrieront sur la grandeur que nous lui donnons, en supposant que sous certaines longitudes équatoriales elle peut surpasser d'une à deux lieues ce qu'elle est sous d'autres : mais le grand géomètre de la Place, calculant cette profondeur, non d'après des sondes trompeuses par-tout où il y a beaucoup de fond, mais d'après la théorie newtonienne des marées, démontre qu'on ne peut lui donner moins de quatre lieues sans rendre cette théorie incompatible avec les phénomènes. Par conséquent, l'objection proposée contre les inégalités de profondeur que nous donnons à la mer, reposant sur un fait erroné, tombe d'elle-même.

Mais voici une difficulté plus embarrassante : la translation du corps central d'un pôle à l'autre par l'attraction d'une comète, ne pouvant se faire sans que ce corps heurte la voûte terrestre dans le voisinage du pôle sous lequel il va se placer, le mouvement diurne doit en souffrir une diminution préjudiciable aux plantes et aux animaux destinés à vivre sur la terre.

Cette difficulté se résout cependant, lorsqu'on fait attention que la ligne courbe parcourue sous la voûte terrestre par le corps central lorsqu'il est déplacé par une comète, s'étend d'un pôle à l'autre ; attendu que si, d'un côté, le mouvement imprimé à ce corps par la comète le détache du pôle nord par exemple, de l'autre ce mouvement est modifié tant par l'action du pôle sud, supérieure à celle des autres points de l'hémisphère austral, que par l'attraction réciproque des pôles magnétiques du corps central et de la voûte terrestre. Ainsi ce corps et cette voûte ne se rencontrant que tout près de leurs pôles, c'est-à-dire, tout près de ceux de leurs points qui n'ont pas de mouvement rotatoire, il ne peut résulter de leur choc aucune altération sensible du mouvement diurne. D'ailleurs, on peut supposer, sans trop charger l'hypothèse, que ce choc est adouci par la résistance d'un fluide intérieur de même nature que l'air, et plus dense encore s'il est nécessaire. Enfin, l'action étant toujours égale à la réaction, la rotation du corps central pourroit souffrir une diminution par la rencontre de la

sphère creuse ; qu'il en résulteroit une augmentation équivalente dans la rotation de celle-ci ; en sorte qu'en peu de tems, le mouvement rotatoire du tout seroit rendu à son précédent degré de vîtesse. Il seroit même possible que, du mouvement imprimé au corps central par la comète, et de la collision de ce corps avec la voûte terrestre, l'un et l'autre conçussent un surcroît de vîtesse rotatoire qui suppléeroit à ce que le tout ensemble auroit perdu à cet égard pendant la suite des siècles antérieurs au déplacement actuel.

Mais, dira-t-on encore, vous avez imaginé une sphère creuse et un corps central mobile dans l'intérieur de cette sphère, afin de rendre raison des variations de l'aiguille aimantée ; et voilà que vous fixez ce corps sous l'un ou sous l'autre pôle : il n'a donc plus le mouvement nécessaire pour produire ces variations.

Je réponds que, quoique fixé sous un pôle et tournant chaque jour d'un mouvement commun avec la sphère creuse, le corps central sera susceptible encore d'un mouvement propre qui fera répondre ses pôles magnétiques à différens points de cette

sphère, et causera par-là même les variations de l'aiguille.

(*Fig.* 2.) En effet, soit derechef N S, l'axe de la terre, et faisant passer par cet axe le plan N F S ; l'anneau renfermé entre les cercles concentriques N F S, L Q A représentera la section de la voûte sphérique, le cercle A J B représentera la section du globe intérieur ayant pour centre le point K et pour axe le diamètre A B. Or si cet axe A B, incliné de vingt à vingt-cinq degrés sur l'axe de la terre S N, se meut lentement autour de celui-ci, le corps central présentera ses pôles magnétiques J O à différens points de la sphère creuse, selon que son axe sera dans la situation A B ou dans la situation A B′, en général, selon qu'il sera dans telle ou telle autre des situations qui peuvent lui convenir ; et partant, la fixation du corps central sous l'un ou sous l'autre pôle ne lui ôtera point la faculté de produire les variations de l'aiguille.

La période de ces variations, ou le tems qu'elles emploient à parcourir le cercle entier de leurs vicissitudes, n'est pas connue ; leurs quantités en chaque lieu de la surface du globe selon les tems ne sont pas plus

connues : mais si jamais l'observation les fait connoître, on aura pour les expliquer l'inclinaison de l'axe magnétique du corps central sur son axe rotatoire, l'inclinaison de cet axe-ci sur celui de la sphère creuse, la circonvolution du premier de ces deux axes sur le second, et la position des pôles magnétiques de la sphère creuse sur cette sphère même.

Quant à la cause du mouvement de l'axe de l'aimant central autour de l'axe de la sphère creuse ; si la lune, en circulant dans le zodiaque, fait tourner l'axe de la terre autour des pôles de l'écliptique dans une période d'environ vingt-cinq mille ans, elle peut de même faire tourner l'axe du corps central autour de l'axe de la terre dans un tems plus ou moins long, pourvu que ce corps ait, comme la terre, la figure d'un sphéroïde aplati par ses pôles. L'axe de ce corps toujours incliné à l'axe de la terre d'une même quantité, mais petite, comme de vingt à vingt-cinq degrés, fera sur lui une révolution lente, pendant laquelle le corps même présentera ses pôles magnétiques à différens points de la sphère creuse, et ne laissera pas que de tourner chaque

jour sur lui-même sans toucher à la surface intérieure de cette sphère. C'est afin qu'il puisse suivre à ces deux mouvemens sans la heurter, que, dans la fig. 2, j'ai tracé vis-à-vis de l'un et de l'autre pôle, une éminence sur laquelle il est censé reposer.

Ainsi donc, convaincu par les phénomènes que la terre offre à sa surface et dans ses premières enveloppes, que les continens actuels ont été construits sous la mer, et que celle-ci après les avoir formés, s'est retirée et les a laissés à découvert, j'ai recherché la cause de cette translation des eaux, et je n'ai su la trouver que dans le déplacement de leur centre de gravité, effectué par la déportation de certain corps central d'un pôle à l'autre. D'où je conclus que si jadis l'Océan a couvert principalement l'hémisphère boréal, il a pu couvrir ensuite l'hémisphère austral ; et que réciproquement il pourra être ramené du sud au nord après une suite inconnue de siècles. De cette manière, chaque alternative produiroit l'émersion de nouveaux continens et la submersion des anciens, et jamais la terre ne cesseroit d'offrir à ses habitans un séjour

enrichi de tout ce qui est nécessaire à leur conservation et à leur bien-être.

Ne donnons cependant à ces sortes de spéculations, ni plus de certitude, ni plus d'importance qu'elles n'en ont. Ce qu'il y a de certain dans celle qui nous occupe, c'est le déplacement des mers ; ce qu'il y a d'incertain, c'est la cause qui opère ce déplacement. Quant à l'importance, elle se mesure à notre curiosité, passion qui, comme les autres, auroit besoin d'être contrôlée, mais contre laquelle les casuistes ne se sont pas trop élevés, parce qu'elle ne tourmente que ceux qui en sont animés et n'apporte d'ailleurs aucun trouble à la société ; au contraire, on rit des mauvais systèmes qu'elle fait éclore, et l'on profite de ceux qui sont assez vraisemblables pour y reposer sa tête.

Résumons à présent les moyens par lesquels s'effectue le déplacement des mers : ils consistent, 1.° dans une sphère creuse, ayant vis-à-vis de chacun de ses pôles une éminence interne, de forme arrondie, laquelle contribue à rendre la sphère plus matérielle autour de ces points que par-tout ailleurs ; 2.° dans un aimant central aplati

par ses pôles et divisé de l'un à l'autre en tranches de densités inégales ; 3.° enfin, dans une comète dont l'orbite côtoie quelque part d'assez près l'orbite de la terre.

Cette comète est la cause qui met ces moyens en activité, parce que, dans la suite des siècles, elle se trouve en situation de déporter ce corps central d'un lieu à l'autre de la sphère creuse. Mais, 1.° la densité de celle-ci, plus grande autour de ses pôles que toute autre part, assujettit cette déportation à ne se faire que d'un pôle à l'autre et non point d'un lieu à l'autre indistinctement. 2.° Cette déportation se borneroit à élever les mers sur l'hémisphère austral ou boréal, et à les abaisser d'autant sur l'hémisphère opposé ; l'équateur seul les verroit toujours à la même hauteur, si les tranches inégalement denses du corps central ne se présentoient pas à la voûte terrestre d'une autre manière, lorsque ce corps est sous le pôle nord que lorsqu'il est sous le pôle sud : mais ce double aspect du corps central, fait que les eaux s'élèvent sur les différentes parties de l'équateur à des hauteurs tout autres sous sa première que sous sa seconde forme. 3.° Sous quelque pôle

que se trouve le corps central, il peut tourner journellement avec la sphère creuse, soit qu'elle ait, soit qu'elle n'ait pas d'éminences internes pour les porter; mais ces éminences font qu'il peut incliner successivement son axe tout autour de celui de la sphère creuse, sans courir le risque d'en heurter la voûte. 4.° On a supposé que les pôles magnétiques du corps central n'étoient pas aux extrémités de son axe de rotation, afin que la lente révolution de cet axe autour de celui de la sphère, les présentât à différens points de cette sphère. et qu'ainsi les variations de l'aiguille aimantée pussent s'expliquer. 5.° L'hypothèse ne change pas la durée du mouvement diurne, parce qu'elle fait passer le corps central d'un pôle à l'autre, sinon directement, du moins par une ligne si rapprochée de la directe, que ce corps ne rencontre la sphère que lorsqu'il arrive au pôle opposé à celui duquel il est parti. 6.° De cette marche du corps central lorsqu'il se déplace, il suit encore qu'après son déplacement, les phénomènes magnétiques terrestres n'éprouvent de changement que dans leur translation d'un hémisphère à l'autre, c'est-à-

dire que ceux qui avoient lieu auparavant sur l'hémisphère nord, s'observent ensuite sur l'hémisphère sud, et réciproquement.

En satisfaisant à ces deux dernières conditions, l'hypothèse en acquiert bien plus de vraisemblance ; parce qu'on ne sauroit douter que le mouvement diurne actuel ne soit mieux adapté à la nature des plantes et des animaux qui peuplent la terre, que ne le seroit un mouvement plus vîte ou plus lent de quelques heures. Et il en est de même des phénomènes magnétiques; leur conservation confirme l'hypothèse, soit parce que, tels qu'ils sont, la navigation en tire d'assez grands services, soit parce qu'on ne sauroit les déranger sans courre le risque de troubler les rapports par lesquels ils sont liés d'ailleurs à la nature des choses.

Mais lors même que l'hypothèse que nous avons imaginée pour déplacer les mers, ne seroit pas irréprochable dans tous ses points ; cela n'empêcheroit pas que quelque chose de semblable n'eût lieu dans la nature. Il seroit possible, par exemple, que les phénomènes magnétiques ne dépendissent pas du corps central précisément de la manière que nous avons indiquée : il seroit plus que

possible qu'un mécanisme plus parfait présidât aux mouvemens de ce corps : il se pourroit encore que l'axe de ce corps même fût moins incliné à celui de la terre que nous ne l'avons supposé. Mais découvrir la vérité dans tous ses détails, est trop au-dessus de nos prétentions ; la faire connoître par les traits généraux qui la caractérisent, est tout ce à quoi nous nous sommes permis d'aspirer. Et si nous avons fait intervenir une comète comme cause du déplacement des mers, ce n'est pas seulement parce que ces corps sont doués de la force nécessaire pour produire cet effet, c'est encore parce qu'ils ne peuvent le produire qu'à des intervalles de tems excessivement longs, soit à cause de la durée de leurs révolutions, soit à cause de la petite portion de leur trajectoire où ils peuvent agir, soit enfin parce que la terre aussi doit se trouver alors dans la partie convenable de son orbite. Cette circonstance de tems est parfaitement d'accord avec le but de renouveler les continens, lorsqu'ils sont détruits ou près de l'être, c'est-à-dire, après des milliers de siècles.

Ceci me conduit à une réflexion : c'est qu'indépendamment de l'usage des comètes

dans le système solaire, comme poids et contre-poids aux mouvemens des corps qui le composent ; voilà encore une fonction qu'elles peuvent y avoir, celle d'opérer, dans les planètes, des révolutions telles que le déplacement des mers sur la terre. Il n'est donc pas nécessaire de recourir à la supposition que ces corps excentriques sont habités, pour y trouver la raison suffisante de leur existence ; supposition étrange, en ce qu'elle admet des animaux capables de supporter une chaleur mille fois plus grande que celle de la zone torride, et un froid mille fois plus intense que celui des pôles ! Mais nos régions arctiques et antarctiques sont couvertes de glaces sur lesquelles aucun animal vivant n'a porté ses pas. Les hommes, les chameaux traversent les sables de Libye, mais n'y voient ni plantes, ni animaux à demeure. On ne répond à cela qu'en se jetant dans le vague des possibilités : mais sitôt qu'en physique on sort de l'analogie, on n'a plus de guide, parce que les possibilités tiennent à la nature intime des choses dont nous ne sommes pas juges ; au lieu que les inductions analogiques partent des faits que chacun peut observer, et se réduisent

à l'expérience, aidée du calcul des probabilités.

Je reviens à mon sujet. La formation des continens sous les eaux de la mer a été démontrée par les faits. La nécessité de les remplacer à mesure qu'ils se détruisent, a aussi été démontrée; et dans cette section, l'on a fait voir par quels moyens ces remplacemens pouvoient se faire. Afin donc de s'assurer si ces moyens sont bien ceux que la nature emploie, il ne reste plus qu'à trouver sur la terre des traces auxquelles on ne puisse les méconnoître, ou à expliquer si bien par eux tous les phénomènes, que chacun fasse preuve en leur faveur. C'est ce qui fera le sujet de la section suivante.

SECTION X.

Moyens par lesquels la végétation et la vie sont conservées sur la terre. Comment il est arrivé que des débris de plantes et d'animaux marins et terrestres de toute contrée et de tout climat se sont incorporés aux couches terrestres. Réflexions particulières sur les défenses d'éléphans qui se trouvent en Sibérie. De quelle manière la hauteur des montagnes a été proportionnée à leur destination. Pourquoi elles sont plus hautes sous les basses que sous les hautes latitudes. Poissons pétrifiés de Monte-Bolca. Rochers calcaires et cavernes qui contiennent des ossemens non pétrifiés. Explications de trois ou quatre autres phénomènes.

D'où vient ce grand fleuve qui arrose des plaines fertiles sous un beau climat ? Il vient de montagnes éloignées qui rassemblent les nuages autour de leurs sommités, les résolvent en pluies, en neiges, en bruines, et tirent ainsi du ciel de quoi fournir

au cours perpétuel de ces eaux sans cesse écoulées et sans cesse renouvelées. La perpétuité du cours de ce fleuve tient donc à l'élévation des lieux d'où il tire sa source ; c'est là principalement que l'atmosphère et la terre viennent se rencontrer pour opérer la conversion des nuées en fontaines liquides, lesquelles, rassemblées dans les vallons, coulent d'abord sur des pentes rapides, descendent en écumant dans les plaines, et d'un cours ralenti se rendent à la mer : là, converties derechef en vapeurs, elles vont former d'autres nuées, et faire circuler une sorte de vie au sein même de la nature inanimée.

Mais cette vie, ou plutôt cette circulation qui vivifie les plantes et les animaux, que deviendra-t-elle quand les montagnes seront écroulées, et que par-tout, la terre, nivelée, sera réduite aux pluies accidentelles qui de tems en tems la rafraîchiront, et dans les intervalles la laisseront brûler par le soleil et déssécher par l'air et les vents ?

Ils ne sont plus ces monts aériens qui cachoient leurs têtes dans les nuages ; ces grandes chaînes couvertes de glaces éternelles ont disparu : plus bas on ne voit plus les

neiges fondues découvrir au printems d'immenses tapis de verdure ; les mélèzes, les pins, les hêtres et les bouleaux n'entremêlent plus leurs feuillages sur la croupe des montagnes et sur leurs roches escarpées ; tout ce magnifique amphithéâtre, semblable aux jardins d'Armide, s'est évanoui. Déjà les zones tempérées sont brûlantes, les hommes et les animaux se réfugient vers les régions polaires ; et les mers de glace, débarrassées de leurs liens, cédent, pour la première fois, aux impressions de l'air. Avec les fleuves et les montagnes, les limites des empires ont disparu ; les plaines, contiguës aux plaines, ne sont plus qu'une immense arène où combattent les vents : mais tandis que sur la mer ils excitent les flots, ils font voler sur le désert des tourbillons de poussière enflammée. Il est tems de rajeunir cette grande terre souffrante et accablée sous le poids des siècles ; il est tems de sauver le reste des plantes et des animaux qui languissent dans les derniers refuges des îles et des continens. Voici venir des profondeurs du ciel une comète qui détache du sud le noyau de la terre et le transporte au nord ; les mers obéissent au poids qui les entraîne ; elles

tombent de l'hémisphère austral sur l'hémisphère boréal : ici, l'ancien continent est submergé ; là, une terre nouvelle se découvre et vient offrir aux plantes et aux animaux échappés du naufrage, l'asile que leur présenta jadis le continent du nord, lorsque sortant du sein des mers, il sentit, pour la première fois, la chaleur vivifiante des rayons du soleil et le souffle des vents.

Tels sont les moyens par lesquels j'ai imaginé que le créateur conservoit sur la terre la végétation et la vie. C'est en remontant des phénomènes à leurs causes, que ces moyens se sont présentés à mon esprit ; il me reste à redescendre de la cause à ses effets, pour éprouver, par de nouvelles comparaisons de l'une aux autres, la force du lien qui les unit, le rompre ou le voir sortir de l'épreuve plus fort qu'auparavant.

Le savant et ingénieux Fontenelle, dans l'Histoire de l'académie des sciences pour l'année 1718, s'exprime ainsi :

« Autant qu'on a pu creuser, on n'a pres-
» que vu que des ruines, des débris, de vas-
» tes décombres entassés pêle-mêle, et qui,
» par une longue suite de siècles, se sont
» incorporés ensemble et unis en une seule

masse

» masse le plus qu'il a été possible ; s'il y a
» dans le globe de la terre quelque espèce
» d'organisation régulière, elle est plus pro-
» fonde, et par conséquent nous sera tou-
» jours inconnue, et toutes nos recherches
» se termineront à fouiller dans les ruines de
» la croûte extérieure ; elles donneront assez
» d'occupation aux philosophes ».

Cependant, si nulle part les volcans n'eussent bouleversé la terre ; si nulle part des torrens furieux n'eussent miné des montagnes et des côteaux, et n'en eussent entraîné les débris sur la plaine ; si nulle part encore les hommes n'eussent creusé la terre à de grandes profondeurs, et mêlé le dessus avec le dessous de manière à en faire un tas de décombres ; en quelque lieu qu'on enfonçât une tarière, on trouveroit le sol formé de couches parallèles les unes aux autres, horizontales dans les plaines, plus ou moins inclinées à l'horizon sur les montagnes.

De plus, chacune de ces couches seroit composée d'une certaine matière, comme sable, gravier, argile, etc. ; chacune aussi, dans la matière ou le mélange de matières qui lui seroit propre, contiendroit un plus ou moins grand nombre de corps adventifs,

tels que débris de plantes et d'animaux de tout genre et de toute espèce; quelques-unes n'en contiendroient point du tout; en sorte que par-tout l'ordre se trouveroit à côté du désordre. La séparation constante de la croûte terrestre en différens lits, le parallélisme de ces lits et l'identité de la matière dont chacun seroit composé, voilà l'ordre : le désordre se feroit remarquer en ce qu'aucun de ces lits n'affecteroit de place distinctive par rapport aux autres; que tantôt les argiles reposeroient sur des sables, et tantôt les sables sur des argiles, et qu'il en seroit de même des graviers, des marnes et de plusieurs autres couches; peut-être verroit-on encore le désordre, en ce que quelques-uns de ces lits renfermeroient une grande quantité de débris de végétaux et d'animaux, tandis que d'autres de même nature en contiendroient moins ou n'en contiendroient point du tout.

Mais quand on attribueroit au désordre ce qui nous paroît de plus régulier comme ce qu'il y a de plus irrégulier dans la croûte terrestre, toujours faudroit-il convenir que c'est un beau désordre que celui dans lequel on trouve dix-sept à dix-huit métaux

ou demi-métaux, tous si utiles, quelques-uns si nécessaires ; que celui dans lequel on trouve des mines de sel si abondantes et des mines non moins abondantes de charbon de pierre ; que celui dans lequel on trouve le marbre, le jaspe, le porphyre pour les bâtimens somptueux, les pierres communes pour les maisons des particuliers. Je ne parle pas des pierres précieuses ; mais je ne puis passer sous silence les eaux thermales et les eaux minérales, qui arrachent tant de malheureux aux souffrances et à une mort prématurée. C'est peut-être par la secrète influence de réflexions semblables, que Fontenelle, ramené à des idées d'arrangement et de prévoyance, passe tout-à-coup des décombres de la croûte terrestre à ce qu'il peut y avoir d'ordonné sous cette croûte, et dit, « que
» si dans l'intérieur de la terre il existe une
» organisation régulière, elle nous sera tou-
» jours inconnue, parce que nous ne pour-
» rons jamais y pénétrer ».

Effectivement, ce n'est point en pénétrant jusque-là, que nous sommes parvenus à la connoissance de l'arrangement qui s'y trouve ; c'est d'après les phénomènes de l'extérieur, que nous avons jugé que l'intérieur

devoit être organisé de manière qu'à certaines époques les mers fussent transportées d'un hémisphère à l'autre; afin que de chacune de ces époques à la suivante, l'hémisphère découvert fût le théâtre des révolutions qui se succèdent incessamment sur la terre, tandis que l'hémisphère submergé recevroit les dépôts de la mer, et serviroit de base aux continens qu'elle construiroit à neuf sur sa surface.

Mais ce n'est pas seulement la liaison intime des phénomènes avec leur cause efficiente qui nous a fait embrasser ce système; c'est la liaison tout aussi intime du renouvellement des continens avec leur destination, c'est-à-dire, avec leur cause finale.

Depuis le plus parfait des animaux qui peuplent l'air et la terre, jusqu'aux insectes, tous sont pourvus de sagacité, d'armes et d'instincts qui, s'ils ne font vivre qu'un tems l'individu, conservent au moins l'espèce à toujours; en sorte que ces innombrables tribus, si merveilleusement différenciées par leurs organes et leur industrie, demeurent, de génération en génération, en même rapport les unes aux autres, et perpétuent ainsi l'harmonie et l'équilibre entre les créatures

vivantes. Comment donc imaginer que le créateur, lorsque tout le genre animal seroit sur le point de périr faute de lieu habitable, ne lui en trouveroit pas un où il pût subsister, sur-tout s'il étoit en sa puissance de le lui procurer par des moyens mille fois plus simples que ceux par lesquels un seul animal respire.

La cause finale et la cause physique nous conduisent donc également à la régénération des continens; mais la cause finale se rapporte à l'effet total, et son impression est proportionnée à la grandeur de cet effet : la cause physique se rapporte à une multitude d'effets particuliers, aussi variés que la forme et la matière des corps terrestres; en sorte qu'il s'en présente tous les jours de nouveaux auxquels on peut la comparer, et faire jaillir sans cesse de nouvelles lumières.

Ce n'est pas cependant par la comparaison de faits nouveaux avec cette cause, qu'on peut le mieux juger de sa réalité; on le peut tout aussi bien en la comparant aux faits les plus communs, aux observations les plus triviales. C'est ainsi que la quantité prodigieuse de débris de végétaux et d'animaux marins et terrestres de toute contrée et de

tout climat, ensevelis dans les couches solides du globe, prouve incontestablement que ces débris sont venus dans ces couches de tous les coins du monde, et s'y sont incorporés lorsqu'elles se formoient par voie de dépôt. Or, quel autre agent que la mer, emportée d'un pôle à l'autre, et balayant toute la surface du globe, auroit produit ce phénomène? L'Océan, entraîné d'un hémisphère à l'autre par un mouvement accéléré, outre-passe le bassin dans lequel il doit se reposer, revient en arrière, laboure et relaboure son fond jusqu'à ce que, prenant son assiette, il reconnoisse enfin des rivages certains. Les terres et les pierres, toutes les productions des genres animal, végétal et minéral, sont mêlées et confondues; et de ces matériaux, par-tout disséminés, se forment ensuite les couches de continens nouveaux, par l'opération conjointe des courans de mer qui les charient avec eux, des dissolvans qui les combinent avec l'eau, et de l'agitation de celle-ci, qui la rend capable de soulever et tenir suspendus dans sa masse, je ne dis pas seulement les corps plus légers qu'elle, mais ceux même qui sont plus pesans, pourvu qu'ils soient très-atténués.

N'oublions point de prendre ici en considération particulière les ossemens, et nommément les défenses d'éléphant qui sont répandues en si grand nombre dans les campagnes de Sibérie, que c'est un objet d'exportation pour les habitans, et qu'ils en font pour eux-mêmes divers ouvrages, comme poignées de sabre, manches de couteau, ornemens, etc. C'est principalement sur les bords de la Léna et du Jénisei, lorsque ces fleuves, débordés au printems par la fonte des neiges et des glaces, délaient et emportent les terres de leurs rivages, qu'on y découvre ces ossemens et cet ivoire fossile. Mais l'espèce des éléphans ne pouvant se perpétuer dans les climats froids, on a cherché à rendre raison de la quantité de dépouilles que ces animaux y ont laissées, en faisant venir du midi de l'Asie des conquérans suivis de troupes d'éléphans guerriers, qui ont été enterrés dans le pays dont ils firent la conquête.

On ne comprend pas trop ce que cette conquête pouvoit avoir de séduisant pour les Asiatiques méridionaux; et jamais sans doute ils ne l'eussent entreprise, s'ils avoient su ce qu'elle devoit leur coûter en

éléphans; car, malgré la quantité d'ivoire fossile qu'on a déjà tirée des champs de Sibérie, il n'y paroît point diminué. D'ailleurs, parmi ces débris d'éléphans, il y en a qui ont appartenu à de jeunes individus; or on ne put employer que des adultes dans une expédition guerrière, et ces adultes ne purent procréer dans le pays conquis, attendu que, comme il a été dit, les éléphans ne propagent point dans les climats froids: donc la conquête de la Sibérie par des Asiatiques suivis d'éléphans guerriers, n'explique point l'ivoire fossile qui s'y trouve.

On a prétendu aussi que la terre tournoit autrefois sur tout autre de ses diamètres que celui sur lequel elle tourne aujourd'hui; et comme l'équateur est toujours perpendiculaire sur le diamètre de rotation, l'on a fait arriver ainsi la Sibérie sous les meilleures latitudes. Nous avons vu, section V, que déjà, par le même moyen, l'on avoit voulu élever et abaisser les mers sur les différens points de la surface du globe, attendu que la force centrifuge étant plus grande dans le voisinage de l'équateur, les pays desquels ce grand cercle s'approchoit voyoient monter la mer; ceux dont il s'éloignoit, la voyoient

descendre. Mais la figure elliptique de la terre démontre qu'elle a toujours tourné autour de l'axe sur lequel elle tourne aujourd'hui ; ou que si elle en a changé, soit par quelque dérangement intérieur, soit par quelque choc extérieur, deux événemens aussi invraisemblables l'un que l'autre, elle a dû revenir en peu de tems au premier : donc ce nouveau moyen de faire trouver en Sibérie des dépouilles d'éléphans, ne vaut pas mieux que le précédent.

Je passe à un troisième, celui qui se tire du système de l'illustre Buffon, lequel fait sortir les planètes du soleil par l'impulsion d'une comète qui en a labouré la surface. Il est certain qu'en l'admettant, la terre, après être sortie du soleil, auroit conservé longtems une chaleur trop grande pour être habitée, et que c'eût été par ses pôles qu'elle auroit commencé à prendre la température propre aux créatures dont elle est aujourd'hui peuplée ; que, par conséquent, les éléphans auroient d'abord paru dans les régions arctiques, et de là se seroient avancés en Sibérie où ils auroient laissé leurs dépouilles pendant le long séjour qu'ils y auroient fait. Mais tout cela tient à un système

qui a été si victorieusement réfuté, qu'on peut le regarder comme relégué, avec les tourbillons de Descartes, dans la région où se perdent les combinaisons du génie emporté par l'imagination. Et en effet, bien loin que la terre se refroidisse, on a la preuve en fait qu'elle se réchauffe; puisqu'à dater des guerres de Rome contre Carthage, depuis lesquelles, pendant un espace de plus de deux mille ans, l'Histoire et non la Fable nous trace les progrès de l'agriculture et de la civilisation, nous voyons ces deux sœurs passer de l'Italie dans les Gaules, la Germanie, et plus loin vers le nord, mais non point faire chemin en sens contraire, du pays de Carthage et de la Mauritanie, aller en Nigritie, en Guinée, et jusqu'à l'équateur : c'est pourtant la marche qu'elles auroient suivie, si c'eût été en ce sens que la terre fût devenue de plus en plus habitable. On pourroit fortifier par bien d'autres considérations, le sentiment que la chaleur va plutôt en croissant qu'en diminuant sur la surface du globe : mais il ne faut pas de trop longues digressions; et d'ailleurs, nous en avons dit assez pour qu'on n'attribue pas au refroidissement de la terre les dépouilles d'éléphans

qui se trouvent en Sibérie, mais à la translation des mers opérée par le déplacement de leur centre de gravité.

Présentement, la difficulté est de concevoir comment cette translation peut se faire sans entraîner la destruction de ce qu'elle est appelée à conserver, les plantes et les animaux terrestres. L'Océan, soulevé en masse, tombant d'un hémisphère sur l'autre avec l'impétuosité d'un torrent, ne renversera-t-il pas tout devant lui, et n'abîmera-t-il pas les reste de ce qui respire, plutôt que de le sauver? A cela, je réponds que si les mers sont grandes, le globe qui soutient les terres et les mers est encore plus grand; que ce sera par les vastes et profondes vallées qui en sillonnent la surface, que l'Océan se versera principalement d'un hémisphère sur l'autre; que le lit de la mer Atlantique et celui de la mer Pacifique dans sa partie limitrophe de l'Amérique, seront les deux grandes routes par lesquelles il passera d'un pôle à l'autre; et qu'en lui en supposant encore d'autres, toujours restera-t-il entre elles des hauteurs inaccessibles à l'eau, lesquelles serviront d'asile aux derniers habitans de la terre.

Les mers sont aux terres dans une juste proportion ; elles ont été versées au milieu d'elles dans de grandes vues d'utilité et d'ornement : les terres s'embellissent par la végétation ; elles sont le séjour de mille et mille formes animées ; et c'est une loi de la nature que rien ne se perde, que par-tout le phénix renaisse de sa cendre. Mais que deviendroit cette loi, si le flambeau de la vie s'éteignoit sur les îles et sur les continens ; que les plaines et les montagnes fussent désertes ; que toute la parure de la terre, depuis l'herbe jusqu'aux forêts, s'évanouît, et qu'il ne restât à ce globe que son inertie, une matière brute et un mouvement désormais inutile autour de l'astre qui éclaire et réchauffe, mais ne vivifie point l'argile et les rochers ?

Quand j'ai dit que les mers étoient aux terres dans une juste proportion, j'avois sur-tout en vue leur profondeur, si exactement mesurée sur la hauteur que doivent avoir les montagnes pour répondre à leur destination ; savoir, l'arrosement de la terre par les fleuves et les rivières. Plus hautes, les montagnes s'élèveroient dans des régions où l'air raréfié ne soutient plus que des nuées

stériles, desquelles l'eau ne peut émaner ni sous forme solide, ni sous forme liquide : mais c'est sous les eaux de la mer que les montagnes se construisent ; c'est donc de la profondeur de la mer que leur hauteur dépend ; et la profondeur de la mer de qui a-t-elle dépendu, si ce n'est du créateur, lorsqu'au commencement il divisa la matière en ses membres divers, assigna à chacun sa place, et les fit sortir du chaos par la séparation de leurs élémens. Ici se présente la question, Pourquoi les montagnes sont plus hautes entre les tropiques jusqu'au milieu des zones tempérées, que plus près des pôles? Dans l'Amérique méridionale, les plus hautes Cordillières sont presque sous l'équateur, d'où leurs chaînes vont en s'abaissant jusqu'à la Terre de Feu. Ces mêmes montagnes, sous d'autres noms, passent de l'Amérique méridionale dans la septentrionale, et vont, par le Mexique et la Louisiane, se perdre dans les immenses plaines du Canada. Le nord de l'Afrique est couvert des hautes chaînes du grand et du petit Atlas; les montagnes de la Lune, au midi, sont encore plus hautes. En Europe, les Pyrénées entre la France et l'Espagne, les Alpes au

nord de l'Italie, les monts Krapacks au midi de la Pologne, sont des montagnes très-hautes. En Asie, le Caucase, qui s'étend de la mer Noire à la mer Caspienne, les Galtes, qui coupent dans sa longueur la grande presqu'île de l'Inde, l'Immaüs, qui pousse ses branches jusque dans la presqu'île de Malacca et le royaume de Cochinchine ; toutes ces montagnes, ainsi que celles du Thibet, sont fort hautes : mais plus au nord, on trouve les vastes plaines de Tartarie et de Sibérie, dont les chaînes, déjà peu élevées, s'abaissent de plus en plus jusqu'à la mer du nord, où elles disparoissent. Ce n'est donc point s'enquérir d'un phénomène qui n'existe pas, que de demander pourquoi les montagnes sont plus hautes entre les tropiques et jusqu'au milieu des zones tempérées, que plus près des pôles. La cause finale est évidente ; ce sont les régions les plus réchauffées par le soleil, qui ont le plus besoin d'être arrosées et rafraîchies. Quant à la cause efficiente ou physique, il est certain que si les montagnes se forment sous la mer, par voie de dépôt et de cristallisation ; plus les eaux seront chargées de matières déposantes et cristallisantes, et plus hautes devront être les

constructions résultant de ces matières. Mais c'est à raison du degré de leur température que les eaux se chargent de matières étrangères; donc c'est dans les eaux de la plus haute température que doivent se former les plus hautes montagnes; et à température égale, leurs hauteurs doivent être proportionnelles à la profondeur des mers où elles se forment. Cette profondeur cependant ne seroit pas d'une grande influence sans la chaleur, parce que des eaux froides, peu ou point chargées d'élémens terrestres ou lapidifiques, ne peuvent déposer, sur le fond même le plus bas, que des montagnes médiocres. Et c'est pouquoi, passé le milieu de notre zone tempérée, l'on ne voit plus vers le nord de bien hautes chaînes; c'est la froidure de ces climats qui en est la véritable cause; c'est elle qui, malgré la profondeur des mers sur ces parages, lorsque l'Océan reposoit principalement sur l'hémisphère boréal, c'est elle, dis-je, qui mit des bornes à la hauteur des montagnes qui s'y formoient.

De plus, sous les basses latitudes, la mer, plus immédiatement soumise à l'attraction du soleil et de la lune, éprouve de plus fortes

marées ; ces marées occasionnent sur son fond des courans proportionnés ; et comme c'est en raison de leur agitation que les eaux remuent la vase et les matières quelconques du fond qui les porte, elles s'en imprègnent plus facilement, et les déposent ensuite en plus grande abondance. Enfin la force centrifuge, plus active sous les climats chauds que par-tout ailleurs, y contrarie davantage la pesanteur, dont l'office est de tout niveler.

Si l'excursion que j'ai faite sur les plus hautes chaînes de montagnes, a fait jeter à quelqu'un les yeux sur un globe terrestre, il y aura vu la très-majeure partie de l'hémisphère boréal dominée par les terres, et la presque totalité de l'hémisphère austral couverte des eaux de la mer. De plus, il aura pu y remarquer que la désinence des continens du côté sud, est bien celle qu'ils auroient si les mers devenoient de plus en plus profondes en s'avançant vers le pôle antarctique : car, à commencer par l'Amérique, ne se termine-t-elle pas en pointe très-alongée vers le midi, et n'en est-il pas de même de l'Afrique, à l'extrême longueur près? Voyez ensuite la grande et la

petite presqu'île de l'Inde, la Cochinchine et la Nouvelle-Hollande, ne sont-ce pas autant de terres qui vont en se rétrécissant à mesure qu'elles s'avancent vers le sud, comme si la mer, devenant plus haute de ce côté-là, envahissoit de droite et de gauche leurs rivages, s'élevoit par degrés jusqu'aux racines de leurs montagnes, et finissoit par en surpasser les sommités. On ne peut donc regarder comme suspect un système qui suppose que l'Océan porte alternativement sur un hémisphère plus que sur l'autre, puisqu'aujourd'hui nous le voyons reposer sur l'hémisphère austral de préférence à l'hémisphère boréal.

Je reviens à l'explication que j'ai donnée, de ce que les montagnes sont plus hautes sous les basses que sous les hautes latitudes : cette explication dérive si naturellement de ce que ces montagnes se sont formées sous la mer, que, réciproquement, elle peut être considérée comme une confirmation bien positive de ce fait singulier. Cependant, comme indépendamment des difficultés dont on a voulu embarrasser ce fait même, et qui ont été discutées dans la section VII, on peut l'attaquer par des considérations

lointaines à la vérité, mais qui n'en sont pas moins dignes d'attention ; c'est à les proposer et à les réfuter que nous allons nous employer.

De bons yeux suffisent pour distinguer sur la lune des places brillantes et des taches obscures ; mais ce n'est pas sans le secours du télescope qu'on s'aperçoit que la ligne terminatrice de ce satellite ne ressemble point à celle qui sépareroit la lumière d'avec les ténèbres sur un globe uni, éclairé d'une bougie ; qu'elle est au contraire toute dentelée, comme cela doit être sur un sphéroïde hérissé d'inégalités. On voit même sur la lune, au-delà de sa terminatrice, des sommets de montagnes déjà éclairés, tandis que les plaines inférieures ne le sont point encore ; et c'est par la position de ces points relativement au bord de la lune et à son centre, qu'on s'est assuré que les plus élevés le sont au moins de dix à douze mille pieds ; en sorte que non-seulement la lune a des montagnes, mais que la hauteur des plus éminentes est à-peu-près connue.

Quant à ses places brillantes et à ses taches obscures, on s'étoit d'abord figuré

que les premières étoient des continens, et les secondes des mers, attendu que les terres réfléchissent beaucoup plus de lumière que les eaux; mais on a renoncé aux mers, depuis qu'on s'est aperçu qu'au lieu d'être de niveau, elles étoient semées de cavités profondes, dans lesquelles la lumière du soleil descendoit à mesure qu'il montoit sur leur horizon.

Si la lune a perdu ses mers, son atmosphère ne tient plus à rien; elle est du moins si rare ou si transparente, qu'elle laisse voir le corps qu'elle environne de la manière la plus distincte, sans qu'on aperçoive une ombre de changement dans ses taches. Cependant, si l'on s'en rapporte à quelques observateurs, elle exerce une force réfringente sur les rayons des astres qu'on voit au travers. Le fameux Cassini dit avoir vu souvent que Saturne, Jupiter et Mars, lorsqu'ils se cachoient derrière la lune, paroissoient près de son limbe changer leur figure circulaire en ovale, comme on voit à leur lever le soleil et la lune prendre une forme elliptique à cause de la réfraction atmosphérique plus forte près de l'horizon qu'à une plus grande élévation. Il est vrai que

Cassini convient aussi qu'il a vu d'autres occultations dans lesquelles il ne s'est aperçu d'aucune altération faite à la planète qui passoit derrière la lune. Que penser d'un corps qui se montre ou ne se montre pas, et qui, lorsqu'il se montre, le fait d'une manière si peu sensible ? S'il étoit sûr qu'il y eût des volcans dans la lune, on seroit sûr aussi qu'elle a une atmosphère, parce qu'elle seroit nécessaire pour les faire brûler, et qu'en brûlant ils développeroient des fluides élastiques qui l'augmenteroient de tout leur volume. Mais on n'a soupçonné ces volcans qu'à l'occasion de petites taches lumineuses qu'Hévélius découvrit dans la partie obscure du disque de la lune, et depuis on a assez bien fait voir que ces taches n'étoient que le reflet de la lumière que certains rochers lunaires réfléchissoient sur les endroits où elles paroissent. De plus, la lune est criblée d'une multitude de trous dont quelques-uns percent peut-être de part en part ; au moins prétend-on avoir vu, dans une éclipse de soleil, cet astre briller derrière et au travers du corps de la lune. Il seroit donc possible aussi que, par des trous semblables, la lumière du

soleil trouvât des routes obliques pour, après nombre de réflexions, parvenir à éclairer foiblement les endroits où se trouvent les taches d'Hévélius.

Mais si la lune n'a point d'atmosphère, d'où vient que dans les éclipses totales de soleil, on la voit environnée d'un anneau lumineux parallèle à sa circonférence? Il est bien constaté que cette auréole a pour cause l'atmosphère du soleil, et non point celle de la lune, qui ne se rend sensible alors par aucune apparence de résolution de la lumière dans les couleurs primitives. Toutefois, avec ces raisons de croire que ce satellite n'a pas d'atmosphère, nous nous en tiendrons au sentiment du célèbre la Place dans son Exposition du système du monde : « On s'est assuré, dit-il, qu'à la » surface de la lune, la réfraction horizon-» tale n'excède pas la deux-cent-millième » partie d'un angle droit : cette réfraction » est au moins mille fois plus grande sur la » terre ; en sorte que l'atmosphère lunaire, » si elle existe, est d'une rareté extrême, » et supérieure à celle du vide que nous » formons dans nos meilleures machines pneumatiques ».

Cela posé, je me propose l'objection que j'ai annoncée contre la cause assignée aux montagnes, et je dis : Vous prétendez que les montagnes se sont formées sous la mer; mais il y a dans la lune des montagnes, et il n'y a point de mers; quelle cause leur assignerez-vous? et si vous leur en assignez une, pourquoi ne seroit-ce pas celle qui a produit les montagnes de la terre?

J'ai déjà distingué les choses créées, en celles qui ont été faites pour rester ce qu'elles sont, attendu qu'aucune cause seconde n'agit sur elles pour les changer; et celles qui ont été faites pour changer, attendu que, soumises à l'action des causes secondes, celles-ci tour-à-tour les détruisent et les régénèrent. Entre les premières sont les corps célestes, soleils ou planètes, considérés chacun dans sa totalité; aucun de ces corps ne se détruit, ils restent séparés les uns des autres; et quelques changemens qu'ils éprouvent à leur surface ou dans leur intérieur, leur masse demeure et ne cesse de se mouvoir dans les espaces qui lui ont été assignés : les choses au contraire qui se détruisent et se régénèrent, sont celles qui, placées à la

surface de la terre, appartiennent à l'un ou à l'autre des trois règnes, l'animal, le végétal, le minéral; je rangerois volontiers dans la même classe les corps qui se trouvent soit à la surface des autres planètes, soit à celle des étoiles fixes. Par rapport à la lune, comme elle n'a ni mers, ni atmosphère sensible, aucune de ses parties ne paroît devoir éprouver de changemens, tous ceux du moins qui se font dans les corps terrestres ont l'eau ou l'air pour principe; cristallisation, végétation, animalisation, tout se fait par l'intervention de ces deux élémens, agissant ensemble ou séparément avec l'aide du feu.

Le seul agent qui pourroit affecter les corps lunaires, seroit le soleil; mais il est douteux que ses rayons réchauffassent sensiblement la terre même, si elle n'avoit point d'atmosphère. A mesure qu'on s'élève sur les montagnes, le thermomètre baisse; sur le sommet du Mont-Blanc, Saussure le vit à 2, tandis qu'à Genève il se tenoit à 22; et cependant la densité de l'atmosphère sur cette sommité étoit encore à sa densité sur Genève comme 16 à 27 : que seroit-ce si l'on pouvoit s'élever jusques aux confins

de l'atmosphère ? De plus, si le soleil faisoit quelque impression sur les corps lunaires, cette impression devroit sur-tout se manifester à leur surface : mais c'est précisément là qu'on n'en voit trace ; c'est toujours même degré de clarté et même figure dans les taches de la lune. Ce satellite a donc été fait dès le commencement pour rester ce qu'il est ; la cause de ses montagnes, c'est la cause première qui les rendit propres à réfléchir beaucoup de lumière sur la planète principale. Les montagnes de celle-ci, au contraire, ont été abandonnées aux causes secondes : l'eau les produit ; l'eau et d'autres agens les altèrent et les détruisent. On ne peut donc pas plus argumenter et conclure de leur origine à l'origine de celles de la lune, que de l'origine de celles-ci à la leur. Observons en passant, que la lune, emblème du changement par la diversité de ses phases, est en elle-même on ne peut pas plus fixe et invariable ; et que si bien c'est le premier des corps célestes qu'on ait cru habité, tellement qu'on en est parti pour s'élever à la pluralité des mondes : c'est pourtant de tous les mondes le plus inhabitable ;

les déserts de Libye ne sont rien en comparaison.

Nous venons de montrer que la formation des montagnes de la lune sans l'intervention de l'eau, n'étoit d'aucune efficace pour prouver que les montagnes terrestres ne se sont pas formées sous la mer : c'est une épreuve un peu singulière, à laquelle nous n'avons pourtant pas voulu soustraire une des parties essentielles de notre théorie de la terre ; faisons-en subir une beaucoup plus naturelle à cette partie de la même théorie qui concerne l'émersion des continens, et disons : Si les continens ont été mis à découvert par la translation de l'Océan de dessus l'hémisphère boréal sur l'hémisphère austral, les cailloux et les fragmens de rochers épars sur les montagnes, ont dû être entraînés du nord au sud : observe-t-on que cela soit ainsi, et en général voit-on que l'effet ait bien répondu ici à sa cause ?

Il est certain que la masse de l'Océan épanchée du nord au sud, poussa dans cette direction des débris de toute espèce ; mais il n'est pas moins sûr que le niveau des mers baissant de toutes parts sur l'hémisphère

nord, les eaux durent y descendre par toutes les pentes alors existantes ; que, par conséquent, elles entraînèrent des cailloux et des fragmens de rochers vers les débouchés de toutes les vallées, et fort loin encore par delà ces débouchés : or c'est en effet ce qui se présente dans tous ces endroits, avec cette circonstance remarquable, que les cailloux roulés et les fragmens de rochers y sont tous de l'espèce de ceux des montagnes qui dominent les vallées par lesquelles ils sont descendus. Ce phénomène peut donc appartenir et appartient effectivement aux deux côtés des Alpes; on voit sur le côté nord comme sur le côté sud de ces montagnes, une multitude de collines toutes formées de leurs débris ; mais on n'observe pas qu'il y en ait plus d'un côté que de l'autre : le célèbre Saussure dit positivement que la différence ne s'aperçoit pas. Et quand elle s'apercevroit, qu'en résulteroit-il ? rien, sinon qu'il se seroit trouvé une plus grande quantité de débris sur un revers que sur l'autre. Ainsi donc, l'Océan n'ayant pu manifester en ce fait-là son effusion vers le sud plutôt que vers le nord, voyons s'il ne l'a pas signalée de quelque

autre manière ; et à cet effet, prenons en considération les deux observations suivantes.

La première, dont il a déjà été question section VI, est celle des deux collines formées de débris des Alpes, qui, au sortir de la Val-d'Aost, s'appuient, l'une sur le mont Arnoun, l'autre sur le mont S.-André, et vont, en divergeant par un angle de cent degrés, se perdre au loin dans les campagnes : la hauteur de ces collines, leur longueur et leur grande divergence caractérisent un courant du nord au sud, si furieux, que ce seroit en vain que de l'autre côté des Alpes on en chercheroit un qui, se précipitant du sud contre le nord, eût laissé des traces d'une pareille violence.

La seconde observation qui indiqueroit une effusion de la mer vers le sud, est celle des cailloux roulés gros comme la tête et davantage, qui couvrent les plaines de la Crau par une étendue de vingt lieues carrées. Saussure, après avoir réfuté l'opinion de ceux qui ont attribué le transport de ces cailloux au Rhône ou à la Durance, conclut en disant, « que lorsque les eaux de la » mer abandonnèrent nos continens et se

» portèrent vers les lieux où s'étoient ou-
» verts les gouffres qui les engloutirent ; le
» courant, resserré d'abord entre les monta-
» gnes du Vivarais d'un côté, et celles du
» Dauphiné et de la Provence de l'autre,
» se dilata aux approches de la Méditer-
» ranée, où ces montagnes s'abaissent et
» s'écartent ; qu'alors il déposa les cailloux
» qu'il entraînoit, et que ces cailloux fu-
» rent nivelés, soit par le courant même
» qui les entraînoit, soit par la mer dans
» laquelle il se dégorgeoit. Et comme ce
» torrent descendoit dans le même tems
» de toutes ces montagnes, il n'est pas
» étonnant que les cailloux qu'il rouloit
» soient un mélange de toutes les pierres
» dont elles sont composées ». Voilà, ce semble, un phénomène propre à montrer aussi que lorsque les mers désertèrent nos continens, elles se portèrent en masse vers le sud ; puisque de l'autre côté des Alpes, il ne se présente rien qui indique un mouvement aussi impétueux contre le nord.

La destruction des continens par la main du tems fait aussi partie de notre théorie ; mais elle est si fort dans la nature, et les difficultés qu'on peut élever contre elle ont

été discutées avec tant de soin, que ce ne sera pas pour l'attaquer de nouveau, mais pour faire connoître de combien de phénomènes elle donne la clef, que nous allons la confronter à une observation consignée dans la CXVII.e lettre de Deluc sur l'Histoire de la terre.

Ce savant physicien, voyageant dans toutes sortes de vues utiles sans négliger les choses de pure curiosité, se proposoit des observations qui pussent l'éclairer sur l'origine des pierres à feu, qui sont partout répandues sur les immenses bruyères de la Westphalie. Arrivé à Lunebourg, il monte sur le Kalkberg, rocher de gypse attenant à la ville, et de sa sommité il découvre une élévation dans les sables ; c'étoit un banc de craie divisé par couches, et fourré de pierres à feu comme toutes les craies : il en conclut que jadis il exista sur ces sables des bancs de craie qui, ayant été détruits, ont laissé à la surface les pierres à feu dont ils étoient farcis. Deluc passe ensuite à la considération d'un autre phénomène ; savoir, que le sable sur lequel croissent les bruyères de Westphalie est généralement mêlé de débris de pierres

primitives ; que souvent même on voit à sa surface de très-gros blocs de granit. D'où ces granits sont-ils venus ? *Cela n'est pas clair pour moi* : c'est la réponse de Deluc. Cependant il imagine que le sable des bruyères , anciennement couvert de bancs de craie , avoit pour soutien des couches primitives , lesquelles ayant été brisées par une explosion souterraine , leurs éclats se portèrent en divers endroits sur les sables , tandis que les bancs de craie y furent ensevelis. L'absorption de ces bancs sans que les pierres à feu qu'ils renfermoient disparussent , fait ici une difficulté ; la disruption sans exemple d'une voûte immense de roches primitives en fait une autre : et c'est apparemment pourquoi Deluc avoue ingénument qu'il est dans l'embarras. Voyons si notre théorie pourra nous en tirer.

Il s'agit du double phénomène des pierres à feu et des fragmens de granit répandus sur les sables de la Westphalie. Sans doute les pierres à feu furent jadis renfermées dans des bancs de craie posés sur ces sables ; ces bancs purent se décomposer , puis s'infiltrer dans le sable , et laisser derrière eux les pierres à feu qu'ils contenoient : nous

avons vu plus d'un exemple de pierres plus dures que la craie qui étoient retournées à l'état de terre. Quant aux granits répandus çà et là sur les bruyères, ils y seront venus des montagnes du Hartz, lorsque l'Océan s'abaissa sur l'hémisphère nord, et descendit de toutes parts dans les bassins où il repose aujourd'hui. Le chemin de quarante à cinquante lieues que firent ces granits poussés par la mer dans le sens de son effusion, n'a rien de disproportionné à une impulsion pareille; mais on peut être embarrassé sur le tems auquel les bancs de craie furent décomposés; et à cet égard, il faut distinguer trois périodes. La première, pendant laquelle l'Océan reposoit sur les continens actuels : la seconde, antérieure à celle-là, pendant laquelle il reposoit sur l'hémisphère sud, et laissoit à découvert sur l'hémisphère nord les continens qui y précédèrent ceux que nous habitons : la troisième enfin, celle dans laquelle nous existons. Par rapport à la première, il n'est pas trop à présumer que des bancs calcaires se détruisent sous l'eau; cela n'est pourtant pas impossible. Par rapport à la seconde, antérieure à celle-là, sa durée paroît lui

mériter la préférence, parce qu'il faut bien du tems pour fuser à l'air des bancs de craie qui s'étendent sur une surface de cent lieues de long sur vingt de large environ. La troisième, celle dans laquelle nous existons, n'est pas assez avancée pour avoir produit un si grand effet. Il est donc vraisemblable que les pierres à feu des sables de Westphalie ont été abandonnés sur place par des bancs calcaires appartenant aux continens qui précédèrent sur l'hémisphère nord ceux que nous y habitons. J'ai creusé ce phénomène, parce qu'il avoit fortement attiré l'attention du célèbre Deluc, et j'ai obtenu, en résultat, des réflexions qui peuvent répandre du jour sur d'autres phénomènes difficiles à expliquer sans elles; en voici un exemple.

Dans le comté de Wiclou en Irlande, coule l'Aughatinavought, ruisseau qui charie de l'or dans ses sables : cet or est en grains plus ou moins arrondis, quelquefois liés à de petits débris de mine de fer, souvent unis intimement à des morceaux de quartz, plus souvent encore purs et sans mélange; l'or qu'ils contiennent pèse depuis une cinq-cent-soixante-seizième partie de l'once jusqu'à deux onces dix-sept deniers; on

en a trouvé deux morceaux beaucoup plus riches : mais riches ou pauvres, on ne les rencontre que sur une partie du cours de l'Aughatinavought, laquelle n'a pas quatre cents toises de long ; plus haut et plus bas on n'en voit point, et c'est vainement que depuis trois ans on cherche la mine de laquelle ils peuvent provenir. Il paroît donc que cette mine n'existe plus, mais qu'elle exista jadis en ce lieu dans des bancs de quartz, lesquels ont été détruits avec les continens auxquels ils appartenoient ; ces continens étoient ceux qui précédèrent les nôtres sur l'hémisphère nord, et leur existence comme leur destruction tiennent à la période à laquelle nous renvoyions tout-à-l'heure l'existence et la destruction des bancs de craie qui ont laissé leurs pierres à feu sur les sables de Westphalie, comme les bancs de quartz susmentionnés ont laissé partie de l'or qu'ils contenoient sur les bords de l'Aughatinavought.

Mettons encore notre théorie à l'épreuve, en lui demandant l'explication du phénomène singulier des poissons pétrifiés de Monte-Bolca. Cette montagne s'élève à une hauteur considérable dans un contrée

couverte de produits volcaniques ; c'est sur la frontière du Véronois, à dix-sept lieues des lagunes de Venise. Celle de ses croupes sur laquelle reposent les masses détachées de roches calcaires où l'on trouve les poissons, n'est point elle-même du genre calcaire, mais du genre argileux. La masse qu'on a le plus exploitée est vers la pointe d'un angle compris entre deux ravines creusées par des torrens inégaux. Cette masse, comme les autres de son espèce assises sur la montagne, est disposée par feuillets parallèles entre eux, autrement inclinés à l'horizon que les couches de la montagne même. On obtient les poissons en refendant les blocs qu'on a détachés de la face du rocher ; et ce n'est pas seulement des poissons qu'on peut en obtenir, ce sont quelquefois aussi des coquillages, des ouvrages d'insectes et des plantes marines pétrifiées. Le docteur Graydon, à qui l'on doit ces observations, insérées dans les Transactions de l'académie royale d'Irlande, fait remarquer le nombre d'espèces diverses auxquelles appartiennent les poissons pétrifiés de Monte-Bolca ; il insiste particulièrement sur ce que la plupart des

analogues vivans ne se trouvent aujourd'hui que dans des mers très-éloignées de l'Italie, et sous des climats tout autres que celui de cette contrée; il en donne un catalogue détaillé dont le résumé est, qu'on les peut classer sous six chefs différens : le premier qui comprend quelques poissons des mers d'Europe; le second quelques-uns des mers d'Asie; le troisième deux espèces des mers d'Afrique; le quatrième plusieurs espèces des mers de l'Amérique méridionale; le cinquième un moindre nombre d'espèces appartenant aux mers de l'Amérique septentrionale; et le sixième enfin qui renferme quelques poissons d'eau douce, tous exotiques.

Le savant Dolomieu, qui a aussi beaucoup étudié les pétrifications de Monte-Bolca, assure que tous les poissons renfermés dans les rochers calcaires de cette montagne présentent leurs nageoires, tant latérales que dorsales, entièrement dépliées; il ajoute qu'on voit à Vérone, dans la collection du C. Bozza, un de ces poissons, de plus de deux pieds de long, qui en tient dans sa gueule un plus petit moitié avalé.

Le célèbre professeur Pictet, dans la Bibliothèque britannique, conclut de ces données que les poissons de Monte-Bolca ont été subitement enveloppés d'une grande quantité de matière calcaire sous la forme de poudre très-atténuée. Le déploiement de leurs nageoires démontre les efforts qu'ils firent pour fendre la boue qui les environnoit, mais la réaction de cette boue prévalut, et les fixa sous la forme qui caractérise le danger dont ils se sentoient menacés. La poudre qui les investit absorba ensuite tous les liquides provenant de leur décomposition ; et c'est d'où vient que, convertie en pierre, elle exhale une odeur fétide quand on la racle ou qu'on la frotte avec vigueur.

Reste à donner l'explication du mélange de poissons d'eau douce et d'eau salée qui sont pétrifiés sur Monte-Bolca : les poissons d'eau douce, tous exotiques ; les poissons d'eau salée, appartenant pour la plupart à des mers immensement loin de celles d'Italie, et à des climats fort différens de ceux de cette contrée. Or, si pendant que les continens actuels se formoient sous les eaux, on imagine qu'il s'ouvrit un volcan

dans l'endroit où repose à présent Monte-Bolca, on concevra que cette bouche à feu peut vomir une telle quantité de cendres, et soulever un fond si chargé de vase et de terre calcaire, que tous les poissons qui se trouvoient au-dessus furent enveloppés de ces boues brûlantes, mis à mort et ensevelis au même instant. La différence d'espèce entre ces poissons et ceux qui vivent de nos jours dans les mers d'Italie, n'a rien de surprenant; c'étoit alors l'Océan et non la Méditerranée qui reposoit sur cette partie du globe; rien ne seroit plus étonnant que l'identité d'espèce, entre ces poissons et ceux qu'on pêche aujourd'hui dans les mers d'Italie. Quant aux poissons d'eau douce, il est plus difficile d'en rendre compte : mais est-on bien sûr qu'il n'y ait pas de poissons d'eau de mer si ressemblans à certains poissons d'eau douce, qu'on ne puisse s'y méprendre? et quand on ne s'y seroit pas mépris dans le cas présent, où est l'impossibilité que, non loin de l'éruption volcanique sus-mentionnée, il se soit trouvé une île ou une terre continentale, et sur cette terre une rivière dont les poissons descendissent jusqu'à la mer? cela ne se voit-il pas

communément auprès des embouchures de tous les fleuves ?

Avant que de passer outre, je dois relever une expression qui m'est échappée à propos de l'ivoire fossile de Sibérie : je disois que dans le système de Buffon sur l'origine de la terre, son refroidissement ayant dû commencer par les pôles, c'eût été en Sibérie ou plus au nord dans la nouvelle Zemble, que les éléphans auroient commencé à paroître. Je crains que quelques personnes n'en concluent que mon idée est que la terre enfante les animaux d'elle-même, aussitôt qu'elle peut leur procurer le degré de chaleur et la nourriture convenables ; mais de pareilles idées ne sont faites que pour ceux qui voient les choses à leur fantaisie, et non point telles que la nature nous les présente. C'est de race en race que les éléphans se propagent ; et si l'espèce en étoit détruite, la terre, sans le secours de la puissance créatrice, ne la reproduiroit pas. Les îles de la mer du sud, très-favorables d'ailleurs aux chèvres, aux vaches et aux chevaux, n'en avoient point enfanté d'elles-mêmes ; il a fallu leur en porter pour qu'elles les vissent boire l'eau de

leurs rivières et brouter l'herbe de leurs savannes.

Le savant Maillet ne s'est pas tout-à-fait permis de faire sortir les hommes de la terre, il les est allé chercher dans la mer: ce sont d'abord des tritons, des sirènes, puis de véritables hommes; il n'en a pas vu lui-même, mais il prétend que d'autres en ont vu. Cependant, comme, s'il y en avoit, ce seroit un fait notoire qui auroit de tous autres garans que deux ou trois récits infiniment suspects, il imagine bien qu'on ne croira pas à ses hommes marins, mais ne fait aucun doute qu'on n'admette des espèces de phoques qui en approchent, et peuvent avec le tems se changer en de véritables hommes; et afin de rendre cette métamorphose plausible, il présente celle du poisson volant changé en oiseau; voici ses paroles:

Tom. II, pag. 165. « Il peut arriver,
» comme nous savons qu'en effet il arrive
» très-souvent, que des poissons volans
» soient tombés dans des roseaux ou dans
» des herbages, d'où ensuite il ne leur fut
» pas possible de reprendre vers la mer
» l'essor qui les en avoit tirés, et qu'en cet

» état ils aient contracté une plus grande
» faculté de voler. Alors leurs nageoires
» n'étant plus baignées des eaux de la mer,
» se fendirent et se déjetèrent par la séche-
» resse. . . . les tuyaux de leurs nageoires,
» séparés les uns des autres, se prolongè-
» rent et se revêtirent de barbes, ou, pour
» parler plus juste, les membranes qui au-
» paravant les avoient tenus collés les uns
» aux autres, se métamorphosèrent. La
» barbe, formée de ces pellicules déjetées,
» s'alongea d'elle-même ; la peau de ces
» animaux se revêtit insensiblement d'un
» duvet de la couleur dont elle étoit peinte,
» et ce duvet grandit. Les petits ailerons
» qu'ils avoient sous le ventre, et qui,
» comme leurs nageoires, leur avoient aidé
» à se promener dans la mer, devinrent des
» pieds, et leur servirent à marcher sur la
» terre. Il se fit encore d'autres petits chan-
» gemens dans leur figure. Le bec et le cou
» des uns s'alongèrent, ceux des autres se
» raccourcirent : il en fut de même du reste
» du corps. Cependant la conformité de la
» première figure subsiste dans le total; et
» elle sera toujours aisée à reconnoître ».

Quand on lit ces métamorphoses physiques

par désœuvrement, on s'amuse de l'adresse ou de la mal-adresse de l'auteur; il n'y a rien à cela de pénible : mais quand on les lit sérieusement, dans le dessein de s'instruire, on se demande enfin pourquoi elles sont si fatigantes, tandis que celles d'Ovide sont si agréables. La raison en est que le physicien veut que vous conceviez un changement opéré par des moyens incapables de le produire, dont vous n'avez vu ni ne verrez jamais d'exemple, dont le principe, étranger à la matière, n'existe que dans son imagination, qui le fascine au point de voir naître et grandir les objets au gré de ses paroles. Le poète, au contraire, ne demande de vous ni de la matière aucun effort surnaturel; entre la forme qui va périr et celle qui va naître, il place une divinité revêtue du pouvoir nécessaire pour opérer la métamorphose: vous n'êtes donc plus en travail pour trouver le comment de la chose; cette inutile et insupportable recherche n'est point à votre charge; vous êtes spectateur oisif d'un développement qui coule de la plume du poète en vers harmonieux, qui charment vos yeux et vos oreilles.

Mais revenant au sujet de cette section,

je vais soumettre mon système à une dernière épreuve, c'est-à-dire que je le confronterai aux cavernes et aux rochers qui contiennent des os non pétrifiés d'animaux terrestres. Il existe de telles cavernes et rochers à Gibraltar et vis-à-vis sur le rivage d'Afrique ; il y en a dans l'île de Cérigo, tout le long des côtes de Dalmatie, en Allemagne et ailleurs. C'est par ceux d'un canton particulier de l'Allemagne que je vais les faire connoître.

Les rochers de Gaïlenreuth sont sur la route de Bareith à Erlang ; l'entrée des cavernes qu'ils renferment est à quelque distance du sommet d'une colline calcaire : une arcade, d'environ sept pieds d'élévation, conduit dans un vestibule de quatre-vingts pieds de long, de trois cents de circonférence, et d'une hauteur proportionnée; ce vestibule communique, par une allée étroite, à une seconde caverne d'environ soixante pieds de long, quarante de large et dix-huit de haut; un passage fort resserré mène en serpentant de cette seconde à une troisième caverne, dont la forme, presque circulaire, a trente pieds de diamètre; près de son entrée est un puits de vingt pieds

de profondeur ; à côté du fond de ce puits s'ouvre une cavité de quinze pieds de diamètre sur trente de haut ; on peut la regarder comme un appendice de la troisième caverne. Celle-ci communique, par plusieurs ouvertures latérales, à des cavités plus petites qu'elle ; mais on n'a vérifié ni le nombre ni la disposition de ces cavités. Sur le sol de cette troisième caverne est une allée de sept pieds de haut et sept pieds de large, qui mène à une quatrième enceinte haute de vingt pieds et large de quinze ; de celle-ci, l'on passe à une cinquième par une pente d'abord modérée, puis si rapide qu'il faut s'y aider d'une échelle. Les quatrième et cinquième cavernes sont environnées, comme la troisième, de cavités plus petites qu'elles-mêmes : la hauteur de la cinquième est de quarante pieds et sa largeur de vingt ; à l'un de ses angles est une ouverture étroite dans laquelle il faut se traîner pour en sortir ; elle conduit à une sixième caverne de largeur fort inégale, longue de quarante-trois pieds, et haute de trente à-peu-près. De cette sixième, un passage très-étroit mène à une septième qui est la dernière de celles

qu'on a reconnues ; il peut y en avoir d'autres, et de pareilles enfilades de cavernes peuvent exister et existent en effet dans d'autres collines calcaires : voyons ce qui est contenu dans celles que nous venons de décrire.

Le fond de toutes ces cavernes est chargé d'un véritable terreau animal, dans lequel les dents de divers animaux et les fragmens de leurs os sont ensevelis en plus ou moins grand nombre. Leurs parois et plafonds sont couverts de stalactites calcaires fourrées aussi de dents et d'os en pièces ; sur le sol d'une ou deux d'entre elles, on voit des stalagmites engendrées par les gouttes qui tomboient des stalactites à mesure qu'elles se formoient. Les masses de pierres calcaires qui les environnent ne contiennent pas toutes des os, mais elles sont traversées par un banc qui en contient ; on a sondé ce banc en divers endroits, et l'on ne sait jusqu'où il s'étend en longueur, largeur et profondeur. Il se trouve donc ici des dépouilles animales sous deux formes différentes, celle de terreau et celle d'ossemens. Les os sont libres ou assujettis ; ceux qui sont libres reposent sur le terreau ou y sont ense-

velis ; ceux qui sont assujettis, font masse avec la pierre calcaire ou avec les stalactites adhérentes à cette pierre. La quantité des uns et des autres est prodigieuse ; l'imagination en est effrayée. Ces os ne sont point pétrifiés ; libres ou assujettis, ce sont de véritables os, capables d'alimenter le feu. Le terreau n'est pas tellement décomposé, qu'il ne corrompe à un certain point l'air qui en reçoit les exhalaisons ; du moins paroit-il que ceux qui l'ont respiré quelque tems, sont plus pâles qu'ils ne devroient l'être, à raison seulement de sa froidure, qui est telle, que dans les tems les plus chauds de l'année, elle abaisse le thermomètre au-dessous du tempéré. La quantité de terreau est si grande, que quand on supposeroit les cavernes qui le contiennent pleines de cadavres jusques au comble, tous ces cadavres décomposés n'en donneroient pas la dixième partie. Les os examinés par les personnes les plus versées dans l'anatomie comparée, leur ont paru provenir d'animaux carnivores ; les uns ressemblent fort à ceux de l'ours blanc ; les autres ont plus de rapport à ceux du lion. Cependant, le grand naturaliste Hunter, qui s'en étoit fort occupé, ne doutoit pas que

la majeure partie n'eût appartenu à des animaux herbivores, puisqu'il les considéroit comme les débris de quadrupèdes de ce genre dévorés par des bêtes féroces, dans les cavernes dont elles faisoient leurs repaires.

Mais, dira-t-on, comment le fameux Hunter pouvoit-il être de ce sentiment, lui qui, le premier, observa que quand on rempliroit de cadavres les cavernes de Gaïlenreuth, tous ces cadavres décomposés ne donneroient pas la dixième partie du terreau animal qu'elles renferment? où trouvoit-il donc des troupeaux pour fournir à un pareil carnage? La réponse est, qu'il croyoit que ce terreau étoit provenu en grande partie des excrémens des animaux qui habitoient ces cavernes, et des matières contenues dans les entrailles de ceux qui leur avoient servi de pâture.

Combien de choses à répliquer! Est-il dans l'instinct des bêtes féroces de ne se repaître de leurs proies que dans leurs repaires? pressées par la faim, ne les dévorent-elles pas toutes presque sur-le-champ? D'ailleurs, ne faudroit-il pas plus d'un animal carnassier, n'en faudroit-il pas une société nom-

breuse pour accumuler tant de débris? et une pareille société n'est-elle pas contraire à l'instinct des bêtes féroces, qui se fuient et vivent à distance les unes des autres? Mais quand on passeroit sur cette considération, qu'on supposeroit ces animaux féroces d'accord entre eux, ou qu'on n'en admettroit qu'une seule succession de père en fils, mais si longue que le nombre s'y retrouveroit; comment un ou plusieurs, soit lions, soit ours blancs, auroient-ils entassé leurs victimes dans des réduits qui souvent ne communiquent que par des passages étroits et tortueux où un homme peut à peine se traîner? Et puis, des lions, des ours blancs en Allemagne! Le système du refroidissement de la terre va bien aux lions, celui du réchauffement iroit aux ours blancs; mais aucun ne va aux uns et aux autres en même tems: il faut de nécessité que ces vastes cimetières du globe se soient formés par le rassemblement d'un nombre prodigieux de cadavres balayés à-la-fois par les eaux de dessus la surface de régions immenses, le carnivore confondu avec l'herbivore sans distinction, mais les os du carnivore plus conservés comme plus durs et plus compactes.

Nous voilà ramenés au déluge universel ou à notre système du déplacement des mers ; peut-être même ces deux systèmes n'en font qu'un, qu'il n'y a de différence que dans la manière de présenter le même événement, l'une populaire, adaptée aux notions communes ; l'autre didactique, plus conforme à la méthode des sciences humaines.

Encore un moment d'attention à ces funestes débris, de peur que notre curiosité imparfaitement satisfaite ne nous sollicite à y revenir. Demandons-nous comment il a pu se faire que des bancs de cadavres, après avoir flotté sur quelques points de la surface des mers et s'être ensuite précipités sur la vase, comment, dis-je, il a pu se faire que ces cadavres se soient conservés assez long-tems, pour que les uns fussent incorporés à des dépôts calcaires, et les autres renfermés dans les espaces libres que ces dépôts laissoient entre eux ? La réponse à cette question, c'est que les substances animales se décomposent plus promptement à la surface qu'à l'intérieur de la terre ; que la présence de l'air et un certain degré de chaleur y sont nécessaires. Or sous des eaux profondes, il n'y a ni air, ni grande chaleur ;

une

une température froide ou moyenne y règne généralement, et n'éprouve aucune vicissitude; la pression des eaux y est un autre obstacle à la fermentation. Ainsi la conservation long-tems prolongée de cadavres ensevelis sous les eaux de la mer n'a rien que de naturel; et lorsque les eaux, après avoir enveloppé de leurs dépôts une partie des cadavres, et laissé l'autre dans les intervalles, se sont retirées; la partie enclose a continué de se décomposer peu à peu, le tas s'est affaissé, et le fond sur lequel il reposoit est resté chargé d'un terreau rempli et couvert d'ossemens brisés. Ce procédé de la nature souterraine est mis en évidence par les stalactites des cavernes de Gaïlenreuth; ces stalactites sont fourrées de haut en bas d'os et de dents, parce que s'étant formées dans un lieu qui en étoit rempli, elles les ont enveloppés à mesure qu'elles croissoient, et n'ont cessé de se les incorporer jusqu'au dernier terme de leur accroissement. Mais pourquoi le terreau est-il dix fois plus considérable que s'il provenoit d'un tas de cadavres qui eût rempli tout l'intérieur des cavernes qui le renferment? C'est que pendant long-tems sous la mer, ces

cadavres se sont décomposés, et que les voûtes qui les couvrent aujourd'hui ne se sont formées que lorsque leur décomposition s'est trouvée assez avancée pour que, sous un volume dix fois moindre, il fût contenu même quantité de matière. Quant aux eaux contenues dans ces cavernes lorsque la mer reposoit encore sur leurs combles, elles se seront écoulées par les passages qui conduisent des unes aux autres : ces passages ou couloirs sont des puits perdus dont les mineurs allemands ne manquent pas de profiter toutes les fois que, dans des montagnes calcaires, ils en découvrent qui sont placés de manière à pouvoir y dériver les eaux qui mettent obstacle à leurs travaux.

Je dois ajouter par rapport aux os qui se trouvent dans les cavernes, les rochers calcaires d'Allemagne, de Gibraltar et de Dalmatie, que si ceux d'Allemagne ont appartenu pour la plupart à des animaux carnassiers, il s'en trouve cependant parmi eux qui proviennent du rhinocéros, du narval et d'autres grands animaux de terre et de mer. Presque tous ceux de Gibraltar ont appartenu à des animaux ruminans de l'espèce du lièvre; le reste vient des oiseaux. Ceux

de Dalmatie sont des débris d'animaux ruminans de toute espèce sans distinction. Mais ces généralités n'excluent point les particularités, les singularités même, c'est-à-dire, la présence de quelques individus étrangers aux genres et aux espèces qui entrent dans chaque rassemblement.

Lorsque par la réflexion on s'est élevé à un système qui rend raison de plusieurs phénomènes, du sein de ce système rayonne sur d'autres objets une lumière qui les met en évidence, dévoile leur nature et fait pénétrer jusque dans leurs énigmes. C'est ainsi qu'après être remontés à la mer et aux déplacemens de la mer, comme à la cause génératrice et révélatrice des continens, ce système vient de nous montrer pourquoi il se trouve quantité d'ivoire fossile en Sibérie ; par quels moyens la hauteur des montagnes a été proportionnée à leur destination ; pourquoi elles sont plus hautes sous les basses que sous les hautes latitudes ; pourquoi les continens actuels projettent vers le sud une multitude de grandes presqu'îles ; et pourquoi enfin nombre d'autres phénomènes sont et doivent être ce qu'ils sont.

Mais les lumières que ce système répand

autour de lui n'en sont que la parure; sa beauté intrinsèque consiste en ce qu'il fait régner sur la terre le même ordre qui règne dans le ciel. Les sublimes esprits qui ont soumis au calcul les mouvemens des corps célestes, nous apprennent que si en vertu des forces qui agissent sur ces corps, ils s'approchent pendant un tems les uns des autres; en vertu de ces forces mêmes ils mettent le même tems à s'éloigner pour se rapprocher encore, et conserver ainsi, de période en période, la constante harmonie de l'univers. C'est par les mêmes principes conservateurs et restaurateurs, que lorsque sur la terre les continens ont vieilli et se sont consumés à pourvoir pendant des siècles à l'entretien des plantes et des animaux terrestres, ils sont remplacés par d'autres, qui pourvoient à leur tour à la conservation de la vie et de la végétation. Ainsi le Créateur, toujours et par-tout semblable à lui-même, ne cesse de vivifier et de conserver ce qu'il a une fois animé et vivifié :

Mens agitat molem et magno se corpore miscet.

Un continent épuisé, déjà démoli et nivelé par la main du tems, vient d'être enseveli

sous les flots de la mer; il n'en reste que quelques débris sur lesquels les plantes et les animaux terrestres ont obtenu un asile; l'Océan tonne encore de toutes parts, incertain du lieu où il se reposera; cent fois il rebrousse sur la terre qu'il vient d'abandonner, et cent fois encore il l'abandonne: mais enfin il succombe, et contenu par le rivage, il le blanchit de son écume. Cette terre nouvelle, frappée à nu des rayons du soleil, exhale des torrens de vapeurs que les vents portent de climat en climat; des torrens de vapeurs aussi denses les rencontrent et les repoussent; par-tout les vents combattent les vents, par-tout d'épais nuages dérobent la clarté du jour; la terreur règne encore sur la terre. Enfin le soleil luit, et ramène avec lui l'espérance; l'âge d'or recommence, l'encens brûle sur les autels; et dès sa nouvelle aurore, le genre-humain remontant à l'Arbitre de la Nature, fléchit le genou devant lui.

FIN.

TABLE

DES SECTIONS

Qui divisent cet Ouvrage.

SECTION PREMIÈRE. *Des couches qui enveloppent la terre. Différence de leur situation en plaine et sur les montagnes. Cavernes et lacs souterrains; comment ces cavernes et ces lacs peuvent occasionner des tremblemens de terre.* Page 1

SECTION II. *Des débris d'animaux de tout genre et de toute espèce qui se trouvent dans les couches terrestres, sur les îles et sur les continens.* 8

SECTION III. *Réfutation de diverses objections proposées contre la véritable origine des coquillages fossiles et pétrifiés.* 17

SECTION IV. *Des carrières de cailloux roulés, et de ce qui en résulte par rapport aux lieux sur lesquels on les trouve. Réfutation du système de Leibnitz sur*

les causes qui ont préparé l'état actuel de la terre. 27

SECTION V. *Phénomènes desquels il résulte que dans la vallée du lac de Genève, la plaine et les côteaux sont à-peu-près tels aujourd'hui que lorsqu'ils sortirent de dessous les eaux de la mer. Que la correspondance des couches de montagne à montagne, ou de rivage à rivage, ne prouve point que ces montagnes ou ces rivages aient jamais été réunis par un massif intermédiaire. Que les pierres et fragmens de roches alpines disséminés autour des Alpes, ont été portés où ils se trouvent, par la force des eaux courantes, et non par celle du feu. Que la mer ne s'est point retirée de dessus nos continens avec lenteur et par degrés, mais d'une manière soudaine et violente. Qu'on ne peut attribuer l'alternative d'immersion et d'émersion des continens à ce que la terre tourneroit tantôt sur un de ses diamètres, et tantôt sur un autre. Digressions insérées dans le corps de cette section : la première sur une espèce de flux et reflux qui s'observe sur divers lacs, et en particulier sur celui de*

Genève ; la seconde sur la fraîcheur des eaux profondes dans les lacs voisins des Alpes, et sur les vents froids qui sortent de terre en divers endroits. Explication de la grêle. 57

SECTION VI. *Il suit de l'état présent des Alpes, que les continens se sont formés sous la mer, et en sont sortis à-peu-près tels que nous les voyons aujourd'hui. Cela se prouve par l'inclinaison des montagnes secondaires contre les chaînes primitives qu'elles côtoient ; par la forme et la situation du Mont-Blanc ; par les atterrissemens qui se trouvent par-tout où les vallées s'élargissent ; et enfin par la correspondance des angles saillans aux angles rentrans des vallées étroites. Divers phénomènes allégués en preuve de grandes subversions à la surface du globe, ne prouvent point ce qu'ils devroient prouver.* 125

SECTION VII. *Formation des stalactites, des tufs, des grès, des poudingues et des brèches. Division des pierres en feuilletées et non feuilletées. Que les unes et les autres se forment par le ministère de l'eau, mais les feuilletées par voie de*

dépôt et de cristallisation, les non feuilletées par voie de cristallisation seulement. Que l'absence de dépouilles d'animaux marins dans les granits, ne prouve pas que ces sortes de pierres ne se soient pas formées sous la mer. 192

SECTION VIII. *Que les montagnes s'écroulent, tant par la séparation des rochers en fragmens réguliers, que par la résolution de ces mêmes rochers dans les principes qui les composent. Exemples de ces deux modes de destruction. Réfutation du système du célèbre Deluc, que les continens tendent à un état permanent qui sera le meilleur. Que la restauration des continens est nécessitée par l'écroulement des montagnes et l'épuisement des mines de toute espèce, métaux, demi-métaux, sel, charbon de pierre, etc.* 236

SECTION IX. *Les phénomènes de l'aiguille aimantée prouvent que la terre est une sphère creuse, contenant un espace vide, dans lequel un globe magnétique peut se mouvoir et se meut effectivement. Ce globe magnétique peut être transféré d'un pôle à l'autre par l'action d'une*

comète. Division de ce globe en tranches d'inégales densités, afin de procurer l'alternative d'immersion sous la mer et d'émersion hors de la mer, des montagnes équatoriales, aussi bien que des montagnes éloignées de l'équateur. Ce globe tourne journellement avec la sphère creuse; mais il a de plus un mouvement propre, résultant de la lente circonvolution de son axe autour de l'axe de la sphère. Conservation du mouvement diurne et des phénomènes magnétiques, lorsque l'aimant intérieur est transféré d'un pôle à l'autre dans la sphère creuse. 274

SECTION X. *Moyens par lesquels la végétation et la vie sont conservées sur la terre. Comment il est arrivé que des débris de plantes et d'animaux marins et terrestres de toute contrée et de tout climat se sont incorporés aux couches terrestres. Réflexions particulières sur les défenses d'éléphans qui se trouvent en Sibérie. De quelle manière la hauteur des montagnes a été proportionnée à leur destination. Pourquoi elles sont plus hautes sous les basses que sous les hautes*

latitudes. Poissons pétrifiés de Monte-Bolca. Rochers calcaires et cavernes qui contiennent des ossemens non pétrifiés. Explications de trois ou quatre autres phénomènes. 301

FIN DE LA TABLE.

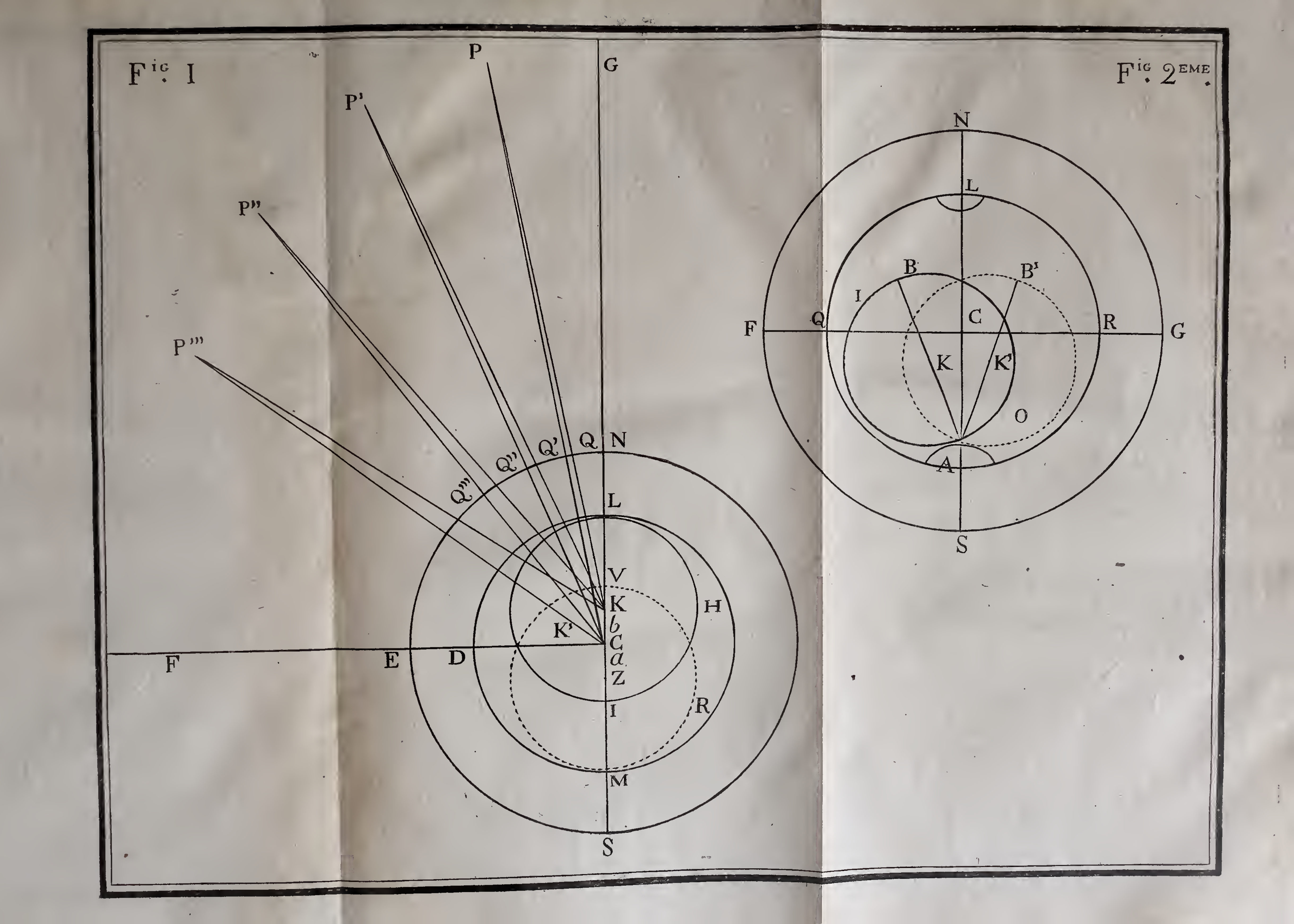


Fig. I
P
P'
P''
P'''
G
Q
Q'
Q''
Q'''
N
L
V
K
b
c
a
Z
I
M
S
K'
H
R
F
E
D
Fig. 2eme
N
L
B
B'
I
Q
C
R
F
G
K
K'
O
A
S